

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“CONEXIONES EMPERNADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO PARA
EDIFICACIÓN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ORTIZ TITO, MARCO ANDRES

Villa El Salvador
2016

DEDICATORIA:

A mi madre Norma Tito Palomino, que
me dio su amor y compartió su
sabiduría.

AGRADECIMIENTO:

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. A todos mis profesores y compañeros de clases que estuvieron apoyándome en la parte académica.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	12
1.2. Justificación del Proyecto	13
1.3. Delimitación del Proyecto	14
1.3.1. Teórica	14
1.3.2. Espacial	14
1.3.3. Temporal	14
1.4. Formulación del Problema	14
1.4.1 Problema General	14
1.4.2 Problemas Específicos	15
1.5. Objetivos	15
1.5.1 Objetivo General	15
1.5.2 Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	16
2.2 Bases Teóricas	19
2.3 Marco Conceptual	47
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO	
3.1 Análisis de una conexión excéntrica	50
3.2 Diseño de conexión excéntrica	53
3.3 Revisión y consolidación de resultados	54
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	60

LISTADO DE FIGURAS

- Figura N° 01: Tuerca ASTM A563
- Figura N° 02: Arandela ASTM F436
- Figura N° 03: Perno A325 y Tuerca ASTM A563
- Figura N° 04: Junta de contacto
- Figura N° 05: Junta sin deslizamiento
- Figura N° 06: Tipos de fallas
- Figura N° 07: Detalle de ojal
- Figura N° 08: Espaciamientos entre pernos
- Figura N° 09: AISC J3.2
- Figura N° 10: Ejemplo
- Figura N° 11: Ejemplos de pernos en corte-tracción
- Figura N° 12: Grafica comparación
- Figura N° 13: Conexiones con corte excéntrico
- Figura N° 14: Método elástico
- Figura N° 15: Tipo de conexiones atornilladas
- Figura N° 16: Tipo de uniones atornilladas
- Figura N° 17: Aplicación de conexión con corte excéntrico

LISTADO DE TABLAS

- Tabla N° 01: Propiedades de los materiales de los pernos
- Tabla N° 02: Dimensiones de pernos A325 Y A490
- Tabla N° 03: Resistencia de Diseño de Pernos ASTM A325 y A490 (Según AISC-LRFD)
- Tabla N° 04: Bordos de cizallados y laminados
- Tabla N° 05: Máximos Esfuerzos de "Corte" aceptables
- Tabla N° 06: Dimensiones de huecos agrandados y huecos ranurados (pulgadas)
- Tabla N° 07: Mínima Tracción en los Pernos para Ajuste Completo
- Tabla N° 08: Esfuerzo Límite de Tracción cuando hay corte simultáneo
- Tabla N° 09: Comparación de los tipos de uniones atornilladas
- Tabla N° 10: AISC J3.2

INTRODUCCIÓN

Al determinar si una estructura alcanzará o no su carga última calculada, las conexiones juegan un papel fundamental debido a que en la intersección de dos o más elementos generalmente se forma una articulación plástica.

Comúnmente las conexiones deben transmitir grandes fuerzas cortantes, además, generalmente se encuentran localizadas en puntos de máximo momento. Bajo estas condiciones, los procedimientos de diseño deben garantizar que las conexiones desarrollen y mantengan el momento plástico requerido. Con la finalidad de realizar diseños estructurales más económicos y aceptando que se presente un cierto nivel de daño, en los últimos años se han desarrollado diferentes dispositivos disipadores de energía que presentan un comportamiento histérico estable. Uno de los medios para disipar energía en una estructura de acero consiste en hacer las conexiones empernadas.

El comportamiento de las conexiones es muy complejo, ya que en muchos casos es imposible describirse por medio de fórmulas ya sean sencillas o complejas. De hecho, las formulas obtenidas de manera analítica deben ser adecuadas con pruebas experimentales para tener resultados más seguros y satisfactorios. Lamentablemente, en la mayoría de los casos se deja al fabricante de las estructuras el diseño de las conexiones y los ingenieros calculistas no le dan la importancia requerida. Además, las pruebas de laboratorio en fallas estructurales han demostrado que las fallas se originan en las conexiones y no en los

miembros estructurales. Los tipos de conexiones que se tratarán son las conexiones atornilladas y las conexiones soldadas.

En ese sentido y con la finalidad de desarrollar las conexiones empernadas en estructuras de acero para las edificaciones en Modepsa S.A.C, es que a continuación presento mi proyecto de ingeniería el cual está dividido en 3 capítulos.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, que está relacionado a garantizar una óptima conexión empernada en estructuras de acero ya que en la actualidad se originan fallas en las conexiones y no en los miembros estructurales

En el Capítulo II, se describe el marco teórico en la cual se sustenta la propuesta de solución, referente al montaje de estructuras de acero por medio de pernos, y a los dos tipos de tornillos que se emplean para las conexiones de miembros estructurales; los tornillos ordinarios (A307) y los tornillos de alta resistencia (A325 y A490).

En el Capítulo III, se realiza el diseño de conexiones atornilladas con cargas excéntricas según las especificaciones LRFD Y ASD, finalmente se presentara la consolidación de resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Durante muchos años, el método aceptado para conectar los miembros de una estructura de acero fue el remachado. Sin embargo, durante las últimas décadas, los tornillos y la soldadura han sido los métodos usados para hacer las conexiones de acero estructural, y casi nunca se usan los remaches.

El montaje de estructuras de acero por medio de tornillos, es un proceso que además de ser muy rápido requiere mano de obra menos especializada que cuando se trabaja con remaches o con soldadura.

Estos factores de mano de obra son sumamente caros, es por ello que a las juntas atornilladas dan una ventaja económica, en comparación con los otros tipos de conexión. Aunque el costo de adquisición de un tornillo de alta resistencia es varias veces mayor que el de un remache, el costo total de la construcción atornillada es menor que el de la construcción remachada, debido a los menores costos por mano de obra y equipo y al menor número de tornillos requeridos para resistir las mismas cargas.

El Manual del AISC proporciona una copia de la “Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts” (Especificaciones para juntas estructurales usando tornillos A325 o A490 de la ASTM), con fecha de 30

de junio de 2004, y que fue publicado por el Research Council on Structural Connections (RCSC) (Consejo de investigación sobre conexiones estructurales). Ahí, se puede encontrar casi todo lo que se quiera saber acerca de los tornillos de acero. Se incluyen tipos, tamaños, aceros, las preparaciones necesarias para el atornillado.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las conexiones apernadas presentan ciertas características que las hacen más o menos apropiadas dependiendo de la aplicación. Las principales ventajas de las conexiones apernadas están en la rapidez de ejecución, el bajo nivel de calificación requerido para construirlas, la facilidad de inspección y reemplazo de partes dañadas y la mayor calidad que se obtiene al hacerlas en obra comparadas con conexiones soldadas.

Entre las desventajas se pueden mencionar el mayor trabajo requerido en taller, lo que puede significar un costo más alto: el mayor cuidado requerido en la elaboración de los detalles de conexión para evitar errores en la fabricación y montaje; la mayor precisión requerida en la geometría, para evitar interferencias entre conectores en distintos planos; el peso mayor de la estructura, debido a los miembros de conexión y los conectores y, el menor amortiguamiento.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 TEÓRICA

En el presente proyecto de ingeniería se describirán en detalle los pernos, en especial para definir su resistencia y comportamiento dentro de las conexiones; también su instalación en el ensamblaje de los miembros para formar conjuntos estructurales. No se debe olvidar que una estructura de acero son miembros que se unen para formar un todo capaz de resistir las cargas aplicadas, lo que indica la importancia de los conectores y las uniones.

1.3.2 ESPACIAL

El proyecto se desarrolló para la empresa Modepsa S.A.C, Ubicada en Calle Delta 185, Parque Internacional de la Industria y Comercio Callao, Lima-Perú.

1.3.3 TEMPORAL

La elaboración del proyecto de ingeniería comprendió en el período del Octubre de 2016 a Enero de 2017.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el valor de la tensión de tracción nominal modificada de pernos a fin de garantizar una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el valor de tensión de tracción nominal según las especificaciones LRFD y ASD, a fin de garantizar una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones?
- ¿Cuál es el valor de tensión de corte nominal según las especificaciones LRFD y ASD, a fin de garantizar una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el valor de la tensión de tracción nominal modificada de pernos a fin de garantizar una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular el valor de tensión de tracción nominal según las especificaciones LRFD y ASD, a fin de garantizar una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones.
- Calcular el valor de tensión de corte nominal según las especificaciones LRFD y ASD, a fin de garantizar una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Castañeda (2014), en su tesis titulada “Estudio de las conexiones emperradas para el análisis de pórticos utilizando el power model 3D” para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Piura, concluye que: “La tesis presenta un análisis comparativo del comportamiento no lineal de los casos típicos de conexiones emperradas en base a su resistencia, ductilidad y rigidez lo que permite diferenciar cuáles de ellas pueden ser consideradas como flexibles, rígidas o semirrígidas. Con la curva momento vs rotación se pueden modelar las conexiones emperradas y realizar el análisis estructural de los pórticos”.¹

Quiroz (2011), en su tesis titulada “Comportamiento de conexiones emperradas sometidas a cargas cíclicas y periódicas” para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Mecánica en la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, concluye que: “El objetivo de la presente tesis es estudiar el comportamiento de las principales conexiones de una estructura típica que sirve de soporte a una tolva de material para preparación de “barro” o manejo de materiales, analizar sus efectos frente a cargas cíclicas o periódicas ocasionadas por la operación de los equipos asociados a esta estructura y el comportamiento frente a cargas producidas por sismos

¹CASTAÑEDA, J. (2014). Estudio de las conexiones emperradas para el análisis de pórticos utilizando el power model 3D. (Tesis de Pre Grado). Universidad de Piura. Perú.

considerando que el proyecto se encuentra ubicada en la ciudad de Ilo que corresponde a la zona 3 en el Perú”.²

Araujo (2009), en su tesis titulada “Diseño de conexiones apernadas en estructuras de acero bajo la Norma Covenin 1618-98 y el Staad.Pro Design” para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Mecánica en la Universidad Rafael Urdaneta de Maracaibo, concluye que: “El diseño que se planteo fue optimo y se consideraron las condiciones normativas mínimas en cuanto a cargas, combinaciones, entre otros aspectos. Los elementos que definen a la estructura, son suficientes para soportar las cargas impuestas en referencia al cálculo realizado. No obstante, fue necesario examinar y definir las características geométricas y físicas que definen las conexiones apernadas en las estructuras de acero, su estructuración y la forma en que básicamente son construidas y proyectadas dichas conexiones”.³

Valencia (2006), en su libro titulado “Estructuras de acero. Introducción al diseño”, señala que: “Las conexiones empennadas pueden ser de dos tipos, de acuerdo con la forma en la cual se transmite la carga entre las barras: uniones por aplastamiento y uniones por deslizamiento. Uniones por aplastamiento; también conocidas como uniones a cortante, son aquellas en las cuales los pernos no son apretados con torque especificado, por lo tanto, aunque se puede presentar cierta fricción entre los elementos unidos,

²QUIROZ, E. (2011). Comportamiento de conexiones empennadas sometidas a cargas cíclicas y periódicas. (Tesis de Pos Grado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

³ARAUJO, G. (2009). Diseño de conexiones apernadas en estructuras de acero bajo la Norma Covenin 1618-98 y el Staad.Pro Design. (Tesis de Pre Grado). Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela.

esta se desprecia, y por lo tanto, se supone que las superficies en contacto de los miembros pueden deslizarse una con respecto a la otra, en la medida en que actúen cargas en la dirección de los ejes de tales miembros. Al producirse ese desplazamiento, las caras de los pernos y las de los huecos entran en contacto, generándose entre ellas un fenómeno de aplastamiento, y a su vez, unas fuerzas cortantes en la sección transversal de los pernos”.⁴

Robles (2005), en su tesis titulada “Modelación y montaje de un sistema estructural de bajo peso sometido a cargas sísmicas para la construcción de viviendas”, para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Mecánica en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, concluye que: “En todas las comparaciones se llegó a establecer que el sistema puede llegar a cumplir con los parámetros establecidos teniendo en cuenta las recomendaciones dadas para el diseño y la construcción del sistema. En general y realizando el análisis sismoresistencia podría llegar a resultar técnicamente viable según las normas”.⁵

⁴VALENCIA, G. (2006). Estructuras de acero. Introducción al diseño. Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

⁵ROBLES, A. (2005). Modelación y montaje de un sistema estructural de bajo peso sometido a cargas sísmicas para la construcción de viviendas. (Tesis de Pre Grado). Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 PERNOS

a) Tuercas

Las tuercas que se utilizan conjuntamente con los tornillos de alta resistencia están bajo la normativa ASTM A563 grado C para los pernos A325, mientras que la tuerca ASTM A563 grado DH es la recomendada usarse con los pernos A490.



FIGURA N° 01: TUERCA ASTM A563

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

b) Arandela

El tipo de arandelas que se utilizan en conjunto con los pernos de alta resistencia están bajo la especificación ASTM F436, en su función fundamental es la de aportar una superficie endurecida no abrasiva bajo la cabeza del tornillo o la tuerca de trabajo pesado, las arandelas tienen la finalidad de proteger la superficie exterior del material juntado a fin de evitar las conciencias de desgaste de este material por el giro de la tuerca en la instalación con el perno y para proporcionar superficies de dureza consistentes.



FIGURA N° 02: ARANDELA ASTM F436

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

c) Pernos de alta resistencia

Los pernos más usados son: los pernos comunes, cuya designación es ASTM A307, y los pernos de Alta Resistencia ASTM A325 y ASTM A490. Los primeros son fabricados de acero al carbono, en cambio los de Alta Resistencia, son de aceros tratados o aleados que le dan características especiales para su resistencia, sobretodo en la rosca y la tuerca. Ver Tabla 1.

Designación ASTM	Diámetro del perno (pulg.)	Carga de prueba		Resistencia a la fractura	
		ksi	t/cm ²	ksi	t/cm ²
A307, acero de bajo C Grado A y B	1/4 a 4	-	-	60	4.2
A325, acero de A.R. Tipos 1, 2, 3	1/2 a 1	92	6.45	120	8.4
Tipos 1, 2, 3	1.1/8 a 1.1/2	81	5.70	105	7.4
A490, acero aleado y tratado	1/2 a 1.1/2	130	9.15	150	10.55

TABLA N° 01: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE LOS PERNOS

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

El tipo 1 es el perno para condiciones normales. Los tipos 2 y 3 son especiales para condiciones atmosféricas no favorables.

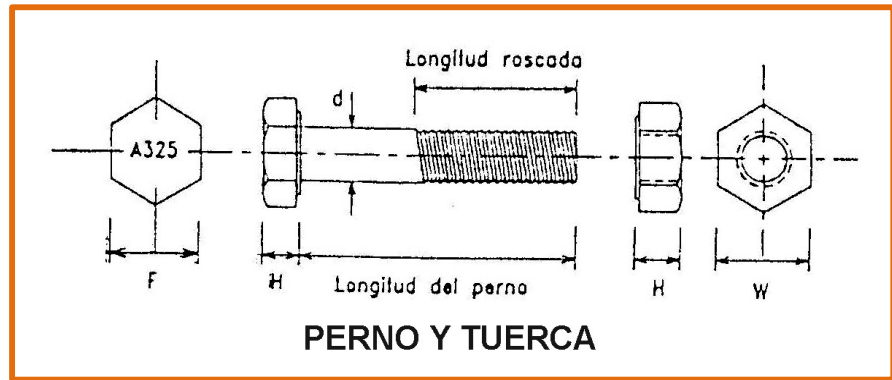


FIGURA N° 03: PERNO A325 Y TUERCA ASTM A563
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Diámetro (in)	Área (cm ²)	Dimensiones del Perno(in)			Dimensiones de la Tuerca (in)	
		Ancho F	Alto H	Largo Rosca	Ancho W	Alto H
1/2	1.27	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1.98	1-1/16	25/64	1-1/4	1-1/16	39/64
3/4	2.85	1-1/4	15/32	1-3/8	1-1/4	47/64
7/8	3.88	1-7/16	35/64	1-1/2	1-7/16	55/64
1	5.07	1-5/8	39/64	1-3/4	1-5/8	63/64
1-1/8	6.41	1-13/16	11/16	2	1-13/16	1-7/64
1-1/4	7.79	2	25/32	2	2	1-7/32
1-3/8	9.58	2-3/16	27/32	2-1/4	2-3/16	1-11/32
1-1/2	11.40	2-3/8	15/16	2-1/4	2-3/8	1-15/16

TABLA N° 02: DIMENSIONES DE PERNOS A325 Y A490
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

2.2.2 TIPOS DE JUNTAS

a) Juntas tipo contacto

Cuando se ajustan los pernos ligeramente, sin preocuparse de los deslizamientos entre las piezas en las conexiones (los pernos entran en contacto con los huecos). En este caso no se pretende tener un ajuste más allá de lo que se consigue con una llave de boca y el procedimiento de instalación es el convencional.

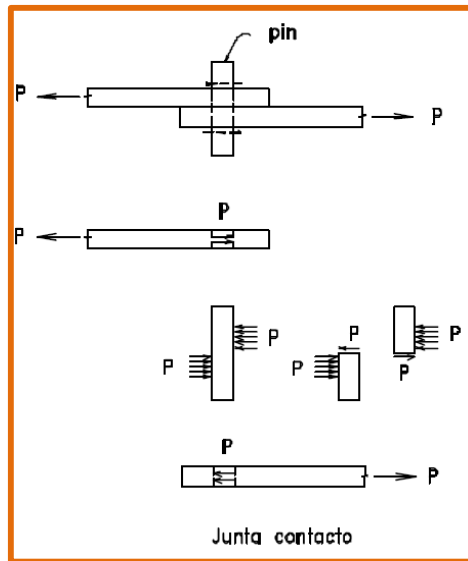


FIGURA N° 04: JUNTA DE CONTACTO

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

b) Juntas tipo fricción (sin deslizamiento)

Los pernos se ajustan fuertemente, lo que une las piezas de tal forma que se puede decir que no hay deslizamiento en la junta. El ajuste de los pernos debe ser tal que se llegue a desarrollar dentro de los mismos una fuerza de engrape (tracción mínima de perno); las fuerzas totales se resisten por fricción y los tornillos no quedan sometidos ni a corte ni a aplastamiento.

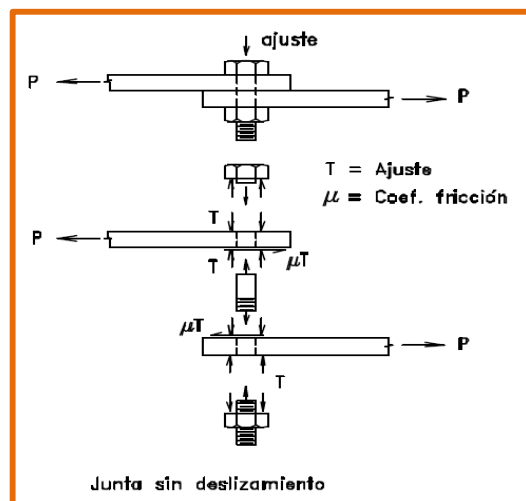


FIGURA N° 05: JUNTA SIN DESLIZAMIENTO

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

c) Tipos de fallas

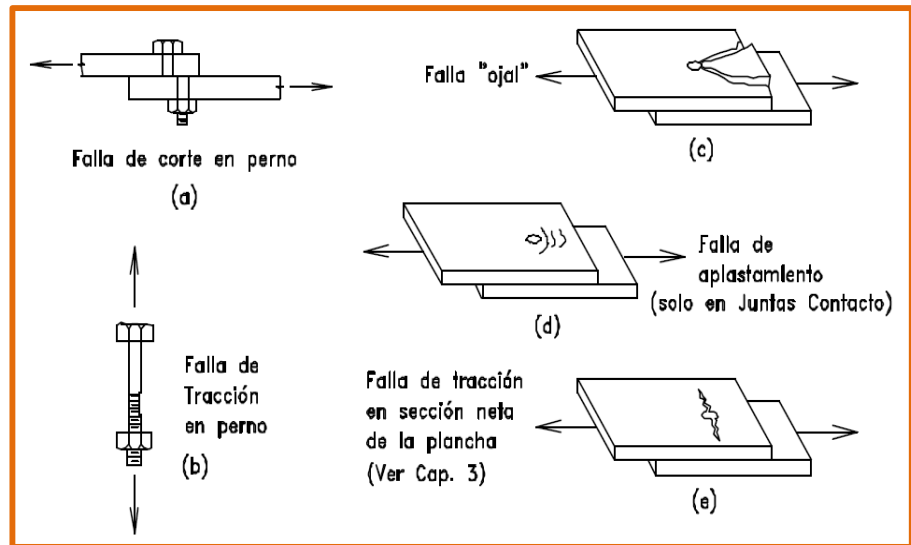


FIGURA N° 06: TIPOS DE FALLAS

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

2.2.3 ESTADOS LÍMITE EN UNA UNIÓN EMPERNADA

2.2.3.1 JUNTAS CONTACTO

a) Resistencia a la Tracción de los Pernos:

La resistencia nominal de un perno es: (Ver Figura N° 06-b)

$$R_n = F_{bu} A_n$$

Donde:

F_{bu} : Es la resistencia de fractura de fluencia del acero con que está hecho el perno.

A_n : el área de la sección roscada del perno y que es el 75% del área del vástago del perno A_b por lo que:

$$R_n = F_{bu} (0.75 A_b)$$

b) Resistencia al Corte de los pernos:

La resistencia nominal del perno es:(Ver Figura. 6a)

$$R_n = m A_b (0.6 F_{bu})$$

Donde:

0.6F_{bu}: Es la resistencia a la fractura por corte del material con que está fabricado el perno.

A_b: Es el área transversal del perno.

m: El número de áreas de corte que se encuentran en la conexión.

Cuando la parte roscada del perno es atravesada por un plano de corte se debe considerar el A_n=0.7A_b. Entonces, en ese caso:

$$R_n = 0.45 m A_b F_{bu}$$

c) Resistencia al Aplastamiento:

Se relaciona con las deformaciones de la pieza unida alrededor del hueco. La falla tipo "ojal" está íntimamente relacionada con esta resistencia.

Se dan las siguientes definiciones:

F_p: P/(d t), Esfuerzo de aplastamiento

Fu: Resistencia a la Fractura del material de la plancha

T: Espesor de plancha

$$R_n = 2t (L - d/2) f_{up}$$

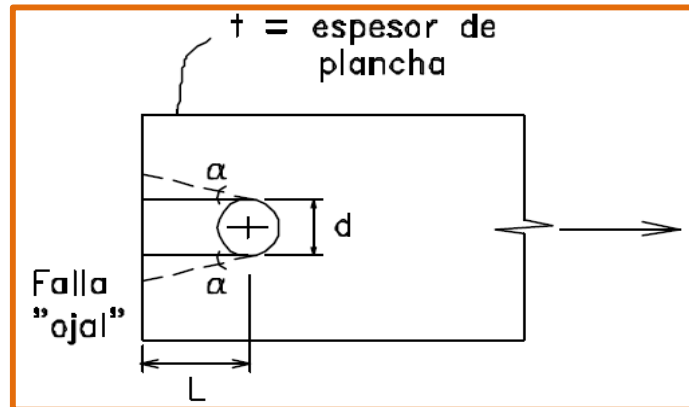


FIGURA Nº 7: DETALLE DE OJAL

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Donde:

F_{up}: Resistencia de fractura al corte del material = 0.70F_u y d: diámetro del perno

$$R_n = 1.4d t (L/d - 1/2) F_u$$

Que puede ser aproximada por $R_n = F_u d t (L/d) L t$
F_u.

Hay que recordar que las Especificaciones AISC establecen (Ver Pag. 19) la mínima distancia entre pernos es $L = 2.67d$ y por lo tanto:

$$R_n = 3.0F_u d t$$

Que es la expresión básica para prevenir la falla ojal.

La Especificación LRFD-J3.6 reduce R_n , y conociendo que se acostumbra usar $L = 1.5d$ para los pernos de extremo y $L = 3d$ para los pernos internos se Toma:

$$R_n = 2.4F_u d t$$

Si se trata de huecos alargados:

$$R_n = 2.0F_u d t$$

Se deduce, entonces, que cuando se desea incrementar la resistencia contra el aplastamiento o la falla tipo ojal se debe incrementar el espesor de las piezas unidas o el espaciamiento centro a centro de los huecos.

d) Especificaciones AISC-LRFD para conectores mecánicos en Juntas Contacto

La filosofía de las Especificaciones LRFD es:

$$\phi R_n \geq S_y 1Q$$

Asimismo se acepta que para cargas concéntricas, cada perno toma su parte proporcional.

Particularmente para el caso de un conector:

$$\phi R_n \geq P_u$$

Donde:

Pu: es la carga última (factorizada) para un conector.

Los Factores de resistencia establecidos son:

$\phi = 0.75$ para pernos en tracción,

$\phi = 0.65$ para pernos en corte y

$\phi = 0.75$ para el caso de aplastamiento.

- **Resistencia de Diseño de Pernos en Corte:**

$$\phi R_n = 0.65 (0.60 F_{bu}) m A_b$$

Cuando la zona roscada está excluida de los planos de corte, y $\phi R_n = 0.65 (0.45 F_{bu}) m A_b$.

Cuando la zona roscada está incluida.

- **Resistencia de Diseño para Pernos en Tracción:**

$$\phi R_n = 0.75 F_{bu} (0.75 A_b)$$

Para ambos casos se proporciona a continuación la Tabla 3 para facilidad del diseñador.

Conector	F_{bu}		Tracción		Corte	
			ksi	t/cm ²	ksi	t/cm ²
	ksi	t/cm ²	$(\phi = 0.75)$		$(\phi = 0.65)$	
Pernos A325 , con rosca no excluida	120	8.4	67.5	4.6	35.1	2.5
Pernos A325 , con rosca excluida	120	8.4	67.5	4.6	46.8	3.3
Pernos A490 , con rosca no excluida	150	10.5	84.4	5.9	45.2	3.2
Pernos A490 , con rosca excluida	150	10.5	84.4	5.9	58.5	4.1

t/cm²: toneladas/cm²

TABLA N° 03: RESISTENCIA DE DISEÑO DE PERNOS ASTM A325 Y A490 (SEGÚN AISC-LRFD)

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

- **Resistencia de Diseño al Aplastamiento:**

Según LRFD J3.1a:

Para condiciones usuales (huecos estándar, ranurados cortos, distancia a los bordes de 1.5d y entre ellos: 3d; con dos o más pernos en la dirección de la carga) según:

$$\phi R_n = \phi (2.4d t F_u); \phi = 0.75$$

Mismas condiciones que a) pero huecos ranurados largos perpendiculares a la dirección del esfuerzo:

$$\phi R_n = \phi (2.0L t F_u); \phi = 0.75$$

Para el perno más cercano al borde con condiciones distintas a las anteriores: (Fig. 8)

$$\phi R_n = f L t F_u; \phi = 0.75$$

L = distancia al borde desde el centro del hueco.

Cuando se tolera una ovalización superior a 0.25":

$$\phi R_n = \phi (3.0d t F_u); \phi = 0.75$$

- **Disposición de los Pernos en una Junta empernada:**

(Válido también para pernos en Juntas sin Deslizamiento)

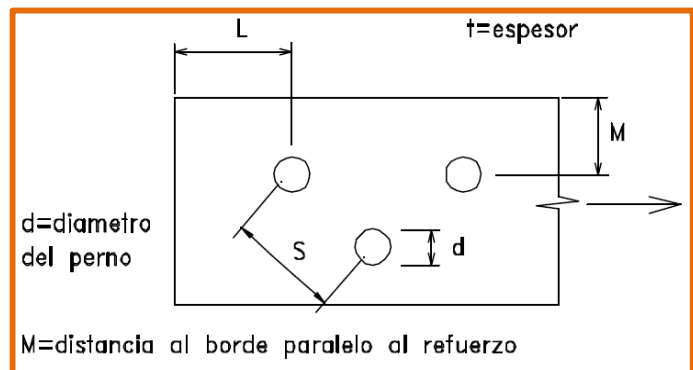


FIGURA Nº 08: ESPACIAMIENTOS ENTRE PERNOS
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Mínimo espaciamiento entre pernos (LRFD-3.9):
 $S = 3d$ preferentemente, pero no menos de $(2.2/3)d$.
 Distancia mínima desde el centro del hueco al borde perpendicular:

$L \geq P_u / (f F_u t)$ pero no menor que 1.5d ni la distancia dada en la Tabla 4. Esta Tabla vale también para los bordes paralelos a la dirección del esfuerzo. Distancia mínima desde el centro del hueco al borde paralelo a la dirección del esfuerzo (M): (Ver Fig. 8)

Diámetro del perno	Bordes cizallados		bordes laminados o cortados con oxi-acetileno	
pulg.	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)
1/2	7/8	(22)	3/4	(19)
5/8	1.1/8	(28)	7/8	(22)
3/4	1.1/4	(32)	1	(25)
7/8	1.1/2	(38)	1.1/8	(28)
1	1.3/4	(34)	1.1/4	(32)
1.1/8	2	(50)	1.1/2	(38)
1.1/4	2.1/4	(56)	1.5/8	(41)
más de 1.1/4	1.75 diám.		1.25 diám.	

TABLA Nº 04: BORDES DE CIZALLADOS Y LAMINADOS
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

- **Distancia Máxima de los Pernos a los bordes**

Ahora se especifica que no sea mayor a 12 t ni 6.0pulg. (150 mm), para evitar la separación entre las piezas que produce corrosión.

2.2.3.2 JUNTAS SIN DESLIZAMIENTO

A veces es necesario conseguir una Junta sin deslizamiento entre sus partes cuando se aplican las Cargas de Servicio. En realidad estas juntas resisten las fuerzas aplicadas por fricción que se originan por la fuerza de engrape. Así, si la fuerza de ajuste es T, la fuerza de fricción será: μT , donde μ es el coeficiente de

fricción entre piezas de acero y que varía entre 0.2 y 0.6, aceptándose comúnmente $\mu = 0.33$ para superficies en contacto limpias.

La condición límite impuesta para estas condiciones es aplicable en Cargas de Servicio, no es un límite de resistencia. Para usar los mismos métodos que se conocen ya para las Juntas Contacto, se ha ideado, para efectuar el diseño, (obtener el número de conectores) el llamado "seudo-esfuerzo de corte", que se supone existe en el perno y que es $f_v = \mu T / A_b$.

Así, a pesar que en estas juntas no hay corte en los pernos cuando no se ha sobrepasado la resistencia a la fricción, esta suposición ayuda a encontrar el número de pernos.

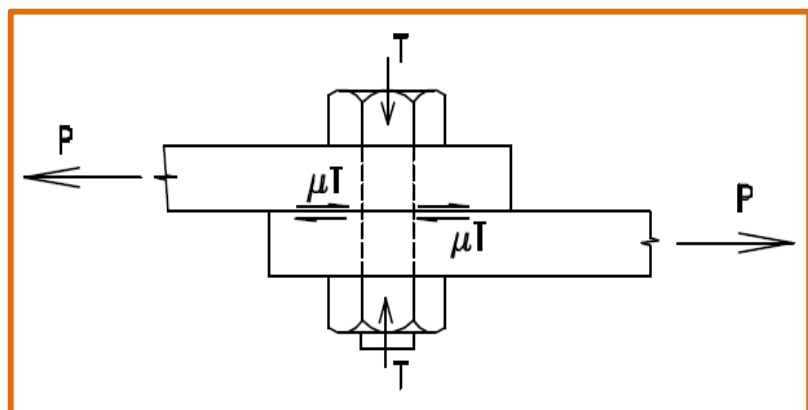


FIGURA N° 09: FUERZAS ACTUANTES EN JUNTA SIN DESLIZAMIENTO

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

En la Tabla siguiente se observa para este caso $F_v = 1.2$ t/cm², que es el valor dado por AISC para diseñar los pernos en este tipo de unión; se aprecia, entonces, un factor de seguridad = $1.46/1.2 = 1.21$.

Estado de superficie en contacto	Dirección de la carga y tipo de hueco							
	<u>Cualquier dirección</u>				<u>Transversal</u>		<u>Paralela</u>	
	Estandar		ranurado		ranura larga*		ranura corta*	
	A325	A490	A325	A490	A325	A490	A325	A490
<u>Clase A.</u> Libre de escamas y superficies arenadas con $\mu = 0.33$ a 0.50	17 (1.2)	21 (1.50)	15 (1.06)	18 (1.27)	12 (0.84)	15 (1.06)	10 (0.70)	13 (0.91)
<u>Clase B.</u> Superficies arenadas 100% con $\mu = 0.33$ a 0.50	28 (1.97)	34 (2.4)	24 (1.69)	29 (2.04)	20 (1.40)	24 (1.69)	17 (1.40)	20 (1.20)
<u>Clase C.</u> Galvanizado en caliente superficies rugosas	22 (1.54)	27 (1.89)	19 (1.33)	23 (1.61)	16 (1.12)	19 (1.33)	14 (0.98)	16 (1.12)

TABLA Nº 05: MÁXIMOS ESFUERZOS DE "CORTE" ACEPTABLES FVEN KSI Y (T/CM²) EN JUNTAS SIN DESLIZAMIENTO
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

* Ver Tabla 6 para descripción de ranuras.

Estos esfuerzos son aplicables para las Cargas de Servicio, cuando no se considera tolerable un deslizamiento en ese estado; significa esto que se trata de una condición de servicio. Sobrepasar a estos valores no es sinónimo de fractura en la junta. Evitarlos deslizamientos tienen gran importancia en casos de inversión de esfuerzos, donde los sucesivos cambios de

esfuerzos generarán deslizamientos que pueden producir una falla prematura. Las uniones empernadas de torres de antena o de transmisión, por ejemplo, deben ser necesariamente juntas sin deslizamiento.

A continuación se ha creído conveniente añadir una Tabla donde se describe lo que se entiende por Huecos Agrandados o de Ranuras Cortas o Largas.




Tamaño nominal del perno (pulg.)	Huecos agrandados 	Huecos ranurados cortos 	Huecos ranurados largos 
5/8	13/16	11/16 x 7/8	11/16 x 1. 9/16
3/4	15/16	13/16 x 1	13/16 x 1. 7/8
7/8	1. 1/16	15/16 x 1. 1/8	15/16 x 2. 3/16
1	1. 1/4	1. 1/16 x 1. 5/16	1. 1/16 x 2. 1/2
1.1/8	1. 7/16	1. 3/16 x 1. 1/2	1. 3/16 x 2. 3/16
1.1/4	1. 9/16	1. 5/16 x 1. 5/8	1. 5/16 x 3. 1/8
1.3/8	1.11/16	1. 7/16 x 1. 3/4	1. 7/16 x 3. 7/16
1.1/2	1.13/16	1. 9/16 x 1. 7/8	1. 9/16 x 3. 3/4

TABLA Nº 06: DIMENSIONES DE HUECOS AGRANDADOS Y HUECOS RANURADOS (PULGADAS)

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Tamaño de pernos (pulg.)	Pernos A325		Pernos A490	
	kips	t	kips	t
1/2	12	5.40	15	6.80
5/8	19	8.60	24	10.90
3/4	28	12.70	35	15.85
7/8	39	17.65	49	22.20
1	51	23.10	68	29.00
1.1/8	56	25.40	80	36.25
1.1/4	71	32.15	102	46.20
1.3/8	85	38.50	121	54.80
1.1/2	103	46.65	148	67.00

t = toneladas

TABLA Nº 07: MÍNIMA TRACCIÓN EN LOS PERNOS PARA AJUSTE COMPLETO

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

2.2.3.3 JUNTAS CON PERNOS EN TRACCIÓN

Lo que se trata a continuación, en este tipo de conexiones, es aplicable a Conexiones Contacto o a Conexiones sin Deslizamiento, ya que el tipo de esfuerzo aplicado no produce un corrimiento entre las piezas, como en otros casos, en que la transmisión de esfuerzos desliza una pieza con respecto a otra.

En este habrá a lo más, una tendencia a separarse de las piezas. Queda la pregunta de lo que ocurrirá en los pernos en tracción de las Juntas sin Deslizamiento ya que en éstas los pernos están previamente traccionados por la fuerza de ajuste inicial y se podría pensar que la tracción adicional podría afectarlos.

Se conoce que, mientras la fuerza de tracción aplicada en los pernos no sobrepase la fuerza de engrape no habrá separación de las piezas y éstas colaborarán en gran porcentaje a tomar la carga, por lo que no hay que preocuparse de los pernos, siempre que no se sobrepasen las fuerzas iniciales de engrape. Una vez separadas las piezas, sólo los pernos tomarán las cargas de tracción aplicadas y con una capacidad no mayor a la fuerza de ajuste.

Ejemplo:

Determinar el número de pernos A325 de 3/4" para transmitir la fuerza indicada: $P = 100\text{kips}$. (20% de la misma es carga muerta y 80% es carga viva). $A_b = 0.44\text{ in}^2$; $F_{bu} = 120\text{ ksi}$

Considerar sólo la unión de la T con la viga W.

Solución:

- Resistencia de Diseño de Pernos en Tracción:

$$\phi R_n = 0.75 \cdot 120 \cdot 0.75 \cdot 0.44$$

$$\phi R_n = 29.70\text{ kips}$$

- La fuerza aplicada factorizada es:

$$(1.2 \cdot 0.2 \cdot 100 + 1.6 \cdot 0.8 \cdot 100)$$

$$P_u = 152\text{ kips}$$

- Determinar el número de pernos requerido:

$$n = 152/29.7 = 5.12, \text{ es decir: } 6$$

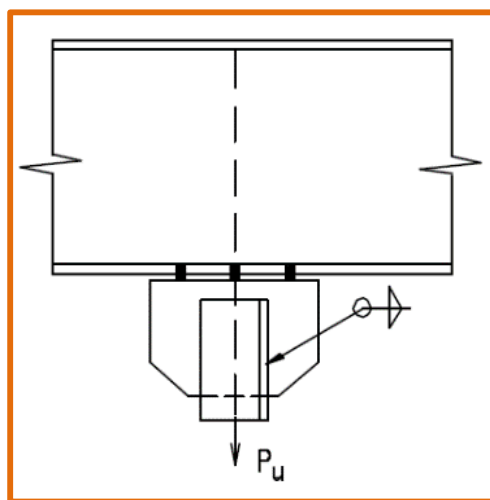


FIGURA N° 10: EJEMPLO

FUENTE : <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

2.2.3.4 PERNOS EN ACCIÓN COMBINADA DE CORTE TRACCIÓN

En muchas uniones empernadas se espera que los pernos soportarán acciones de corte y tracción simultáneas, como se puede apreciar en las siguientes figuras.

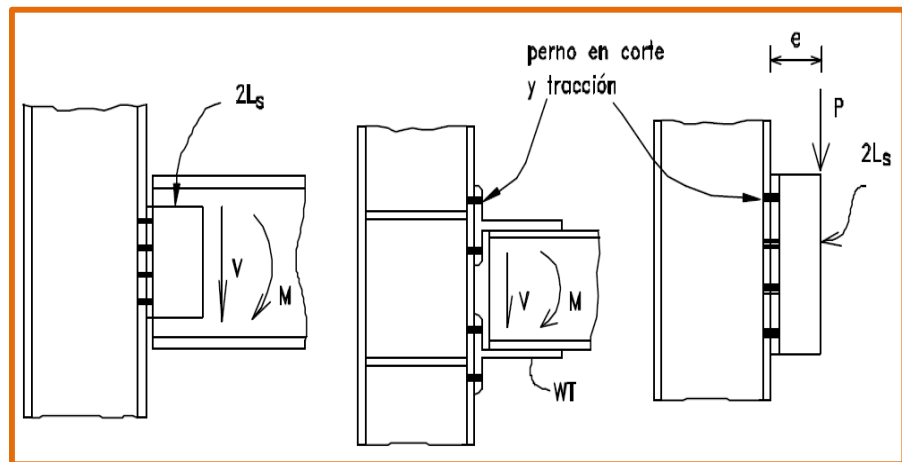


FIGURA Nº 11: EJEMPLOS DE PERNOS EN CORTE-TRACCIÓN
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Las Especificaciones AISC están dadas separadamente para las Conexiones: Contacto y las Conexiones sin Deslizamiento para pernos en corte-tracción.

▪ Enfoque LRFD para Conexiones Contacto con pernos en corte-tracción

Es lógico suponer que los pernos sometidos a tracción solamente deben resistir más que los pernos que se encuentran además sometidos a corte.

Resultados experimentales concuerdan bastante bien con la fórmula de Interacción siguiente, que tiene la

expresión de resultados dentro de un cuarto de circunferencia:

$$\left(\frac{R_{ut}}{f_t R_{nt}} \right)^2 + \left(\frac{R_{uv}}{f_v R_{nv}} \right)^2 \leq 1.0$$

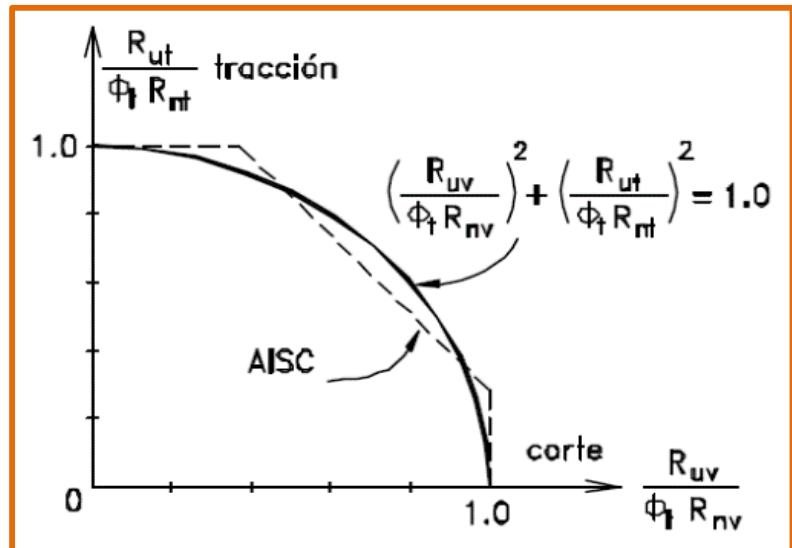


FIGURA Nº 12: GRAFICA COMPARACIÓN
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Donde

R_{ut} : Carga de Tracción factorizada

$f_t = 0.75$

R_{uv} : Carga de Corte factorizada

$f_v = 0.65$

R_{nt} : Resistencia Nominal del perno a Tracción pura

R_{nv} : Resistencia Nominal del perno en Corte puro

Las Especificaciones AISC han simplificado la anterior expresión mediante una expresión lineal:

$$\left(\frac{R_{ut}}{f_t R_{nt}} \right) + \left(\frac{R_{uv}}{f_v R_{nv}} \right) \leq 1.0$$

Que resuelta para R_{ut} :

$$R_{ut} \leq C \phi_t R_{nt} - \frac{\phi_t R_{nt}}{\phi_v R_{nv}} R_{uv}$$

AISC prefiere dar una expresión con formato de esfuerzos unitarios; dividiendo por A_b y sustituyendo:

$$\frac{R_{ut}}{A_b} \leq C \frac{0.75 (0.75 F_{bu}) A_b}{A_b} - \frac{0.75 (0.75 F_{bu}) A_b}{0.65 (0.60 F_{bu}) A_b} \frac{R_{uv}}{A_b}$$

AISC ha tomado $C = 1.25$ y entonces para pernos A325, si se hace $f_{ut} = F'_{ut}$; el mayor esfuerzo a considerar cuando hay tracción y corte simultáneos: $F'_{ut} \geq 0.56 (120)1.25 = 1.44 f_{uv}$, y redondeando: $F'_{ut} \geq 0.85 = 1.4 f_{uv}$ En esta forma, para los varios casos de pernos y si la rosca está o no incluida en los planos de corte, se tiene la siguiente Tabla.

Perno	F'_{ut} (ksi)	F'_{ut} (t/cm ²)
Pernos A307	$39 - 1.8 f_{uv} \leq 30$	$2.747 - 0.127 f_{uv} \leq 2.11$
Pernos A325-N	$85 - 1.8 f_{uv} \leq 68$	$5.989 - 0.127 f_{uv} \leq 4.71$
Pernos A325-X	$85 - 1.4 f_{uv} \leq 68$	$5.989 - 0.099 f_{uv} \leq 4.71$
Pernos A490-N	$106 - 1.8 f_{uv} \leq 84$	$7.468 - 0.127 f_{uv} \leq 5.92$
Pernos A490-X	$106 - 1.4 f_{uv} \leq 84$	$7.468 - 0.099 f_{uv} \leq 5.92$

TABLA N° 8: ESFUERZO LÍMITE DE TRACCIÓN CUANDO HAY CORTE SIMULTÁNEO

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Nota.- Pernos con rosca incluida: n; pernos con rosca excluida: x

- **Enfoque AISC para Juntas sin Deslizamiento**

También, en este caso, AISC usa una fórmula de interacción lineal. Como cualquier verificación para este tipo de juntas se efectúa en condiciones de Cargas de Servicios, la constante C se reduce a 1.0, y si la tracción y el corte en un perno en cargas de servicio son T y V, respectivamente y al mismo tiempo F_v es el máximo esfuerzo unitario del "seudo corte" permitido en una conexión sin deslizamientos, se puede escribir la siguiente expresión de interacción lineal:

$$(V / F_v A_b) + (T / T_b) \leq 1.0$$

T_b es la fuerza de ajuste en el perno en este tipo de unión. Ahora, si $f_v = V/A_b$, es el máximo esfuerzo unitario de corte para el perno en presencia de tracción, entonces:

$$f_v = (V/A_b) \leq F_v (1.0 - T/T_b)$$

Si se hace que f_v se llame F'_v , el máximo esfuerzo de corte en presencia de tracción, y sustituyendo F_v , que es el esfuerzo permisible en pseudo-corte en ausencia de tracción, y cuyos valores fueron dados previamente:

		ksi	t/cm ²
para pernos A325 en huecos estándar (Ec. LRFD-J3.5)	F_v'	$\leq 17 (1 - T/T_b)$	$\leq 1.198 (1 - T/T_b)$
para pernos A490 en huecos estándar	F_v'	$\leq 21 (1 - T/T_b)$	$\leq 1.479 (1 - T/T_b)$

2.2.3.5 PERNOS EN CONEXIONES CON CORTE EXCÉNTRICO

Cuando la línea de acción de la carga no coincide con el centro de gravedad del conjunto de pernos se produce una acción de carga excéntrica. Tanto el momento y la carga aplicada contribuyen a efectos de corte en los pernos dando origen a lo que se denomina, en este caso, "corte excéntrico".

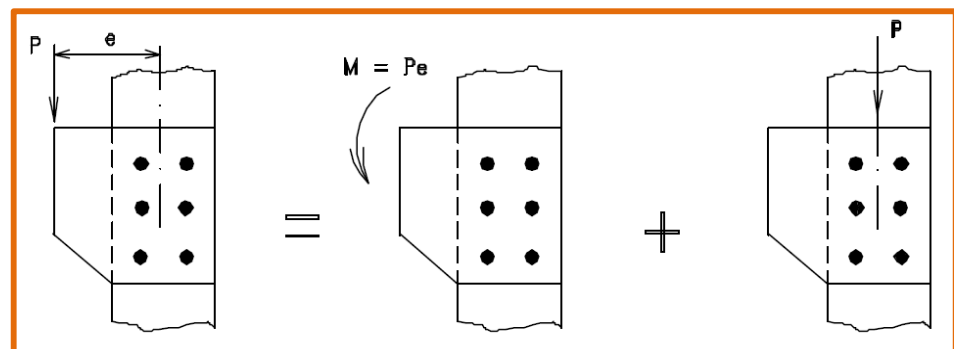


FIGURA Nº 13: CONEXIONES CON CORTE EXCÉNTRICO
FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Dos métodos se han desarrollado para el análisis de los esfuerzos que se producen en los pernos por esta acción:

- Análisis Elástico Tradicional (método de los vectores), que considera los pernos elásticos y la plancha rígida.

- Análisis de resistencia última (análisis plástico) que considera que los pernos rotan alrededor de un Centro Instantáneo de Rotación y que el esfuerzo que toma un perno es proporcional a su deformación la que a su vez es proporcional a la distancia a este centro instantáneo. En este texto sólo se tratará el primer método de análisis porque es simple y conduce a resultados conservadores.

Para explicar el Método Elástico se pide ver la Figura N° 14 donde, inicialmente, sólo se considera la acción del momento M. Despreciando la fricción de las planchas se tiene:

$$M = R_1 d_1 + R_2 d_2 + \dots + R_6 d_6 = S R d \dots (a)$$

La deformación es proporcional a la distancia al centro de gravedad del grupo de conectores, ya que se supone que todos los pernos son de igual área y por lo tanto el esfuerzo que se desarrolla en cada perno es proporcional a esa distancia.

$$\frac{R_1}{d_1} = \frac{R_2}{d_2} = \dots = \frac{R_6}{d_6}$$

Escribiendo en términos de R₁ y d₁:

$$R_1 = \frac{R_1 d_1}{d_1}; R_2 = \frac{R_1 d_2}{d_1}; \dots R_6 = \frac{R_1 d_6}{d_1}$$

Sustituyendo en (a):

$$M = \frac{R_1 d_1^2}{d_1} + \frac{R_1 d_2^2}{d_1} + \dots + \frac{R_1 d_6^2}{d_1}$$

$$M = \frac{R_1}{d_1} (d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_6^2)$$

$$M = \frac{R_1}{d_1} \sum_{i=1}^6 (d_i^2)$$

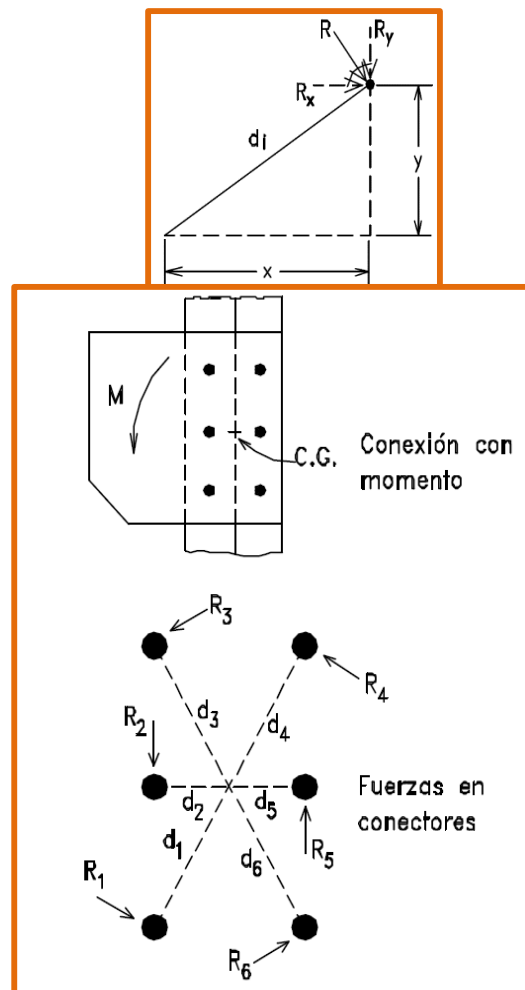


FIGURA 14: MÉTODO ELÁSTICO

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

Para el perno 1:

$$R_1 = \frac{M \cdot d_1}{\sum_i d_i^2}$$

O en general:

$$R_i = \frac{M \cdot d_i}{\sum_j d_j^2}$$

Si se desean las componentes verticales y horizontales de R:

$$\frac{R_x}{R} = y / d_i \quad y \quad \frac{R_y}{R} = x / d_i$$

Por lo que

$$R_x = \frac{M \cdot y}{\sum_i d_i^2} \quad R_y = \frac{M \cdot x}{\sum_i d_i^2}$$

Como $d_i^2 = (x^2 + y^2)$:

$$R_x = \frac{M \cdot y}{\sum_i x_i^2 + \sum_i y_i^2} \quad R_y = \frac{M \cdot x}{\sum_i x_i^2 + \sum_i y_i^2}$$

Por lo tanto:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Ahora si se considera aplicado el corte en cada perno:

$R_v = P/SN$, siendo SN el número de pernos, finalmente:

$$R = \sqrt{(R_y + R_v)^2 + R_x^2}$$

2.2.4 TIPOS DE ESTRUCTURAS ATORNILLADAS

Este tipo de conexiones en sistemas de marcos típicos son hechas soldando un elemento de conexión a una columna o viga HSS y después atornillarlo para lograr una mayor seguridad. Si se cuentan con vigas, elementos conectores o elementos finales 33 de HSS, se pueden usar soportes para poder crear una conexión atornillada entre ellos para proporcionar seguridad.

Los tipos de conexiones son:

- Plato sencillo
- Angulo sencillo
- Asiento sin reforzar
- Doble ángulo
- Asiento reforzado
- A través del plato

Estos tipos de conexiones están enlistadas en orden aproximado de costo, aunque este puede variar dependiendo del equipo con que se cuente así como de la experiencia que se tenga. Se puede tener un pequeño ahorro en las conexiones que son “a través del plato” si se tienen estas conexiones por los dos lados de la columna.

Generalmente, estas conexiones no se recomiendan, a menos de que existan fuerzas axiales que se tengan que transferir a lo largo

de los soportes. Y las conexiones que atraviesen y sean ortogonales se deben de evitar a toda costa. Para poder mantener una flexibilidad rotacional en la conexión, se pueden usar soldaduras transversales sobre la cara del HSS, pero solo si se trata de una conexión con un asiento reforzador o en la parte de abajo de la conexión de ángulo sencillo.

Las demás conexiones solo usan soldaduras verticales. Sin embargo, cuando se trata de platos simples y platos que se atraviesen, la AISC recomienda que no se usa soldadura sobre la parte más gruesa del plato. Cuando se habla de la conexión con doble ángulo es necesario que se tome en cuenta la biga en donde serán montados los ángulos para así asegurar que se pueda realizar la conexión sin problemas a la hora de que se haga la unión de los elementos.

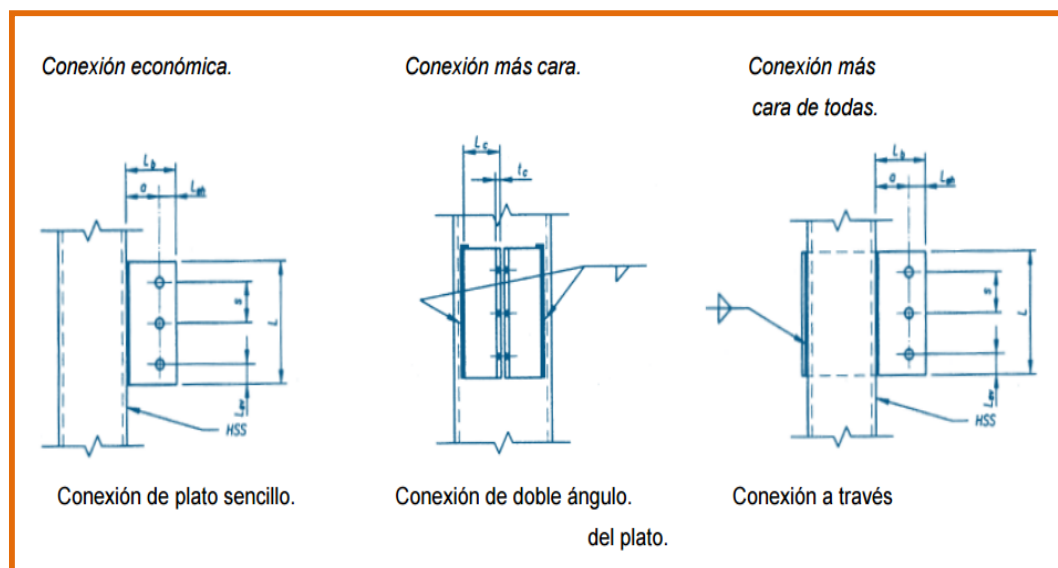


FIGURA 15: TIPOS DE CONEXIONES ATORNILLADAS

FUENTE: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lar/ochoa_p_m/capitulo6.pdf

2.2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES ATORNILLADAS

Las uniones en general se pueden clasificar atendiendo a diferentes aspectos, según se muestra en la siguiente tabla:

TIPOS DE UNIONES	CARACTERÍSTICAS
UNIONES DE CONTINUIDAD (RIGIDAS)	Transmiten momentos, además del axial y cortante
UNIONES ARTICULADAS (FLEXIBLES)	No transmiten momentos
UNIONES SEMIRRÍGIDAS	Se sitúan en una situación intermedia entre los dos casos extremos.
UNIONES DE FUERZA	Transmiten esfuerzos entre las piezas unidas
UNIONES DE ATADO	Su función es mantener en su posición a las piezas y empalmes
UNIONES DE RESISTENCIA TOTAL	Capaces de transmitir un momento flector superior al que agotaría la pieza unida
UNIONES DE RESISTENCIA PARCIAL	Su momento resistente es inferior al de la pieza
UNIONES ARTICULADAS	Apenas transmiten momentos
UNIONES CON COMPORTAMIENTO DÚCTIL	Capaces de desarrollar una rótula plástica

TABLA Nº 09: COMPARACIÓN DE LOS TIPOS DE UNIONES ATORNILLADAS

FUENTE:

http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/3216/mod_resource/content/1/Teoria/Capitulo_XII.pdf

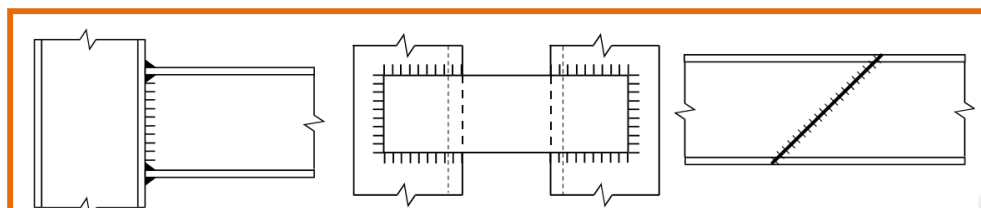


FIGURA 16: TIPOS DE UNIONES ATORNILLADAS

FUENTE:

http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/3216/mod_resource/content/1/Teoria/Capitulo_XII.pdf

2.3 MARCO CONCEPTUAL

- Accionamiento de molino con engranajes: Configuración de molino en
- Acción inelástica: Deformación (de un miembro) que no desaparece cuando las cargas se retiran.
- Acero: Aleación que consiste principalmente en hierro (usualmente más de 98%). También contiene pequeñas cantidades de carbono, silicio, manganeso, azufre, fósforo y otros materiales.
- Carga de pandeo: Carga bajo la cual un miembro a compresión recto toma una posición deflexionada.
- Conexión de momento: Una conexión que transmite momento flexionante entre miembros estructurales conectados.
- Conexión simple: Una conexión que transmite momento flexionante despreciable entre los miembros conectados.
- Conexión tipo aplastamiento: Conexión atornillada donde las fuerzas de cortante se transmiten por el tornillo que se apoya en los elementos de conexión.
- Elemento no atiesado: Pieza proyectante de acero con un borde libre paralelo a la dirección de una fuerza de compresión y con el otro borde en esa dirección no soportado.
- Elemento rigidizado: Una pieza de acero que sobresale y cuyos dos bordes paralelos a la dirección de una fuerza de compresión están arriostrados.
- Estado límite de servicio: Una condición limitante que afecta la capacidad de una estructura para mantener su apariencia, su condición

de mantenimiento, la durabilidad o la comodidad de sus ocupantes o la función de la maquinaria, sometida a uso normal.

- Factor de carga: Número casi siempre mayor de 1.0, usado para incrementar las cargas estimadas que una estructura debe soportar, para tomar en cuenta las incertidumbres implicadas en la estimación de las cargas.
- Factor de seguridad: Un número, comúnmente mayor de 1.0, entre el cual se divide la resistencia nominal para considerar las incertidumbres de la carga y la manera y consecuencias de la falla.
- Factor ϕ de resistencia: Un número, casi siempre menor de 1.0, que se multiplica por la resistencia última o nominal de un miembro o conexión para tomar en cuenta las incertidumbres de la resistencia del material, dimensiones y mano de obra. Llamado también factor de sobrecapacidad.
- Junta tipo fricción: Junta atornillada diseñada para tener resistencia al deslizamiento.
- LRFD (Diseño por factores de carga y resistencia): Un método de dimensionamiento de miembros estructurales tal que la resistencia de diseño es igual o mayor que la resistencia requerida del miembro usando cargas factorizadas.
- Momento de fluencia Momento: que producirá justamente el esfuerzo de fluencia en la fibra extrema de una sección.
- Momento plástico: El esfuerzo de fluencia de una sección multiplicado por su módulo plástico. Es el momento nominal que la sección puede resistir en teoría si está soportada lateralmente.

- Pandeo del alma: Pandeo del alma de un miembro
- Resistencia nominal: La resistencia última teórica de un miembro o conexión.
- Resistencia permisible: La resistencia nominal de un miembro dividida entre el factor de seguridad, R_n/Ω .
- Viga: Miembro que soporta cargas transversales a su eje longitudinal.
- Viga-columna: Columna sometida a cargas de compresión axial y a momentos flexionantes.
- Viga compuesta: Viga de acero que se hace compuesta con una losa de concreto proporcionando una transferencia de cortante entre las dos.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 ANÁLISIS DE UNA CONEXIÓN EXCÉNTRICA

En el presente capítulo se realizara los cálculos de tensión de tracción nominal, tensión de corte nominal, para determinar la tensión de tracción nominal modificada en los pernos, verificando si cumple con las especificaciones LRFD Y ASD, a fin de garantizar una óptima conexión empernadas en las estructuras de edificaciones.

3.1.1 TORNILLOS SUJETOS A CORTE Y Tensión (CONEXIONES TIPO APLASTAMIENTO)

Los tornillos usados en muchas conexiones de acero estructural están sujetos a una combinación de corte y tensión. Un caso en donde esto ocurre se ve claramente en la Figura N° 17, en donde una placa diagonal está conectada a una columna. La componente vertical de la fuerza en la figura, P_u , está tratando de degollar los tornillos en la cara de la columna, en tanto que la componente horizontal de la fuerza, P_u , está tratando de fracturarlos a tensión.

Las pruebas en tornillos tipo aplastamiento sujetos a una combinación de corte y tensión muestran que sus resistencias se pueden representar por medio de una curva elíptica de interacción, como se muestra en la Figura N° 12. Las tres líneas rectas punteadas mostradas en la figura pueden usarse con bastante

exactitud para representar la curva elíptica. En esta figura, la línea punteada horizontal representa al esfuerzo de diseño a tensión ϕF_{nt} según el método LRFD o el esfuerzo permisible a tensión F_{nt}/Ω según el método ASD si no se aplican fuerzas de cortante a los tornillos. La línea punteada vertical representa el esfuerzo de diseño por cortante ϕF_{nv} según el método LRFD o el esfuerzo permisible por cortante F_{nv}/Ω según el método ASD si no se aplican fuerzas de tensión a los tornillos.

La línea recta con pendiente en la figura está representada por la expresión para F'_{nt} , el esfuerzo nominal a tensión modificado para incluir los efectos de la fuerza cortante. En seguida se muestran expresiones para F'_{nt} . Estos valores se proporcionan en la Sección J3.7 de la Especificación del AISC.

- **Sección J3.7 - Combinación de Tracción y Corte en Conexiones Tipo Aplastamiento**

La resistencia disponible de tracción de un perno solicitado por una combinación de tracción y corte debe ser determinada de acuerdo con los estados límites de rotura en tracción y en corte de acuerdo con lo siguiente:

$$R_n = F'_{nt} A_b$$

$$\phi = 0,75 \text{ (LRFD)}$$

$$\Omega = 2,00 \text{ (ASD)}$$

$$F'_{nt} = 1,3F_{nt} - \frac{F_{nt}}{\Omega F_{nv}} f_{rv} \leq F_{nt} \text{ (LRFD)} \quad (\text{J3-3a})$$

$$F'_{nt} = 1,3F_{nt} - \frac{\Omega F_{nt}}{F_{nv}} f_{rv} \leq F_{nt} \text{ (ASD)} \quad (\text{J3-3b})$$

Donde:

- F'_{nt} : Tensión de tracción nominal modificada para incluir los efectos de la tensión de corte, kgf/cm² (MPa).
- F_{nt} : Tensión de tracción nominal según la Tabla J3.2, kgf/cm² (MPa)
- F_{nv} : Tensión de corte nominal según la Tabla J3.2, kgf/cm² (MPa)
- F_{rv} : Tensión requerida de corte, kgf/cm² (MPa)

La resistencia disponible de corte del conector debe ser igual o mayor que la tensión requerida de corte, f_{rv} .

Nota: Notar que cuando la tensión requerida, f , tanto en corte o tracción, es menor o igual que el 30% de la tensión disponible correspondiente, los efectos combinado de tensiones no necesita ser investigado.

Además hay que notar que las Ecuaciones J3-3a y J3-3b pueden ser escritas de manera tal de encontrar la tensión de corte nominal, F_{nv}' , como una función de la tensión de tracción requerida, f_t .

TABLA J3.2 Tensión Nominal de Conectores y Partes Roscadas, kgf/cm² (MPa)		
Descripción del Conector	Tensión de Tracción Nominal, F_{nt} , kgf/cm ² (MPa) ^[a]	Tensión de Corte Nominal en Conexiones de Tipo Aplastamiento, F_{nt} , kgf/cm ² (MPa)
Pernos A307	3.160 (310) ^[c]	1.900 (188) ^{[b][c][d]}
Grupo A (ej. Pernos A325), cuando la rosca no esta excluida en el plano de corte	6.320 (620)	3.800 (372) ^[b]
Grupo A (ej. Pernos A325), cuando la rosca esta excluida en el plano de corte	6.320 (620)	4.780 (469) ^[b]
Grupo B (ej. Pernos A490), cuando la rosca no esta excluida en el plano de corte	7.950 (780)	4.780 (469) ^[b]
Grupo B (ej. Pernos A490), cuando la rosca esta excluida en el plano de corte	7.950 (780)	5.900 (579) ^[b]
Partes roscadas que cumplen los requisitos de la Sección A3.4, cuando la rosca no esta excluida en el plano de corte	$0,75F_u$	$0,450F_u$ ^[b]
Partes roscadas que cumplen los requisitos de la Sección A3.4, cuando la rosca esta excluida en el plano de corte	$0,75F_u$	$0,563F_u$ ^[b]
^[a] Para pernos de alta resistencia sujetos a fatiga por cargas de tracción, ver Anexo 3. ^[b] Para conexiones en los extremos con un patrón de conectores con una longitud mayor a 38 in. (965 mm), F_{nt} debe ser reducido a un 83.3% de los valores tabulados. La longitud del patrón de conectores es la máxima distancia paralela a la línea de fuerzas entre la línea central de los pernos que conectan dos partes con una superficie de apriete. ^[c] Para pernos A307 los valores tabulados deben ser reducidos por 1% para cada 2 mm sobre 5 diámetros de longitud en el agarre ^[d] Rosca permitida en los planos de corte.		

TABLA N° 10: AISC J3.2

FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

3.2 DISEÑO DE LA CONEXIÓN EXCÉNTRICA

Determine si la conexión mostrada en la siguiente figura es suficiente para resistir la carga de 200klb que pasa por el centro de gravedad del grupo de tornillos, de acuerdo con las especificaciones de LRFD y ASD.

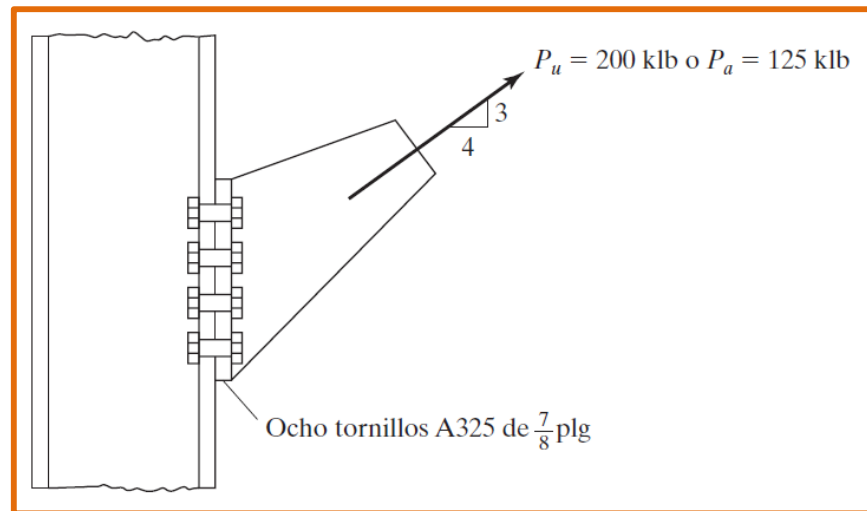


FIGURA Nº 17: APLICACIÓN DE CONEXIÓN CON CORTE EXCÉNTRICO
 FUENTE: <https://es.slideshare.net/javierricardor/5-articulo-demecanica>

3.3 CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

Se tiene una conexión excéntrica tipo aplastamiento.

De la tabla del AISC J3.2

- **Para LRFD**

Donde $\phi=1.00$

$P_u=200\text{klb}$

$$V_u = \frac{(3)}{(5)} \cdot (200) = 120\text{klb}$$

$$H_u = \frac{(4)}{(5)} \cdot (200) = 160\text{klb}$$

$$F_{nt} = 620 \text{ Mpa} = 90\text{ksi}$$

$$F_{nv} = 469 \text{ Mpa} = 68\text{ksi}$$

$$f_v = \frac{120}{(8)(0.6)} = 25 \text{ksi}$$

$$f_t = \frac{160}{(8)(0.6)} = 33.33 \text{ksi}$$

$$F'_{nt} = 1.3 F_{nt} - \frac{F_{nt}}{\phi F_{nv}}$$

$$F_v \leq F_{nt}, \quad \text{AISC J3 - 3a}$$

$$F'_{nt} = (1.3)(90) - \frac{90}{(0.75)(68)}(25)$$

$$F'_{nt} = 72.9 \text{ksi} < 90 \text{ksi}$$

$$\phi F'_{nt} = (0.75)(72.9) = 54.7 \text{ksi} > f_t = 33.333 \text{ksi}$$

LA CONEXIÓN ES ADECUADA

- **Para LRFD**

Donde $\phi = 1.50$

$$P_a = 125 \text{klb}$$

$$V_a = \frac{(3)}{(5)} \cdot (225) = 75 \text{klb}$$

$$H_a = \frac{(4)}{(5)} \cdot (125) = 100 \text{klb}$$

$$F_{nt} = 620 \text{ Mpa} = 90\text{ksi}$$

$$F_{vn} = 469 \text{ Mpa} = 68\text{ksi}$$

$$f_v = \frac{75}{(8)(0.6)} = 15.62\text{ksi}$$

$$f_t = \frac{100}{(8)(0.6)} = 20.83\text{ksi}$$

$$F'_{nt} = 1.3 F_{nt} - \frac{\Omega F_{nt}}{F_{nv}}$$

$$F_v \leq F_{nt}$$

AISC J3 – 3b

$$F'_{nt} = (1.3)(90) - \frac{(2)(90)}{(68)}(15.62)$$

$$F'_{nt} = 75.6\text{ksi} < 90\text{ksi}$$

$$\frac{F'_{nt}}{\Omega} = \frac{75.6}{2.00} = 37.8\text{ksi} > f_t = 20.83\text{ksi}$$

LA CONEXIÓN ES ADECUADA

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

- Se concluye que se determinó el valor de la tensión de tracción nominal modificada de pernos, con lo cual se garantizó una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones, siendo estos los siguientes valores: para $\phi=1.00$, $F'_{nt} = 54.7\text{ksi}$ y para $\phi=1.50$, $F'_{nt}= 37.8\text{ksi}$.

CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Se concluye que se calculó el valor de tensión de tracción nominal según las especificaciones LRFD Y ASD, el cual garantizo una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones, siendo estos los siguientes valores: para $\phi=1.00$, $F_{nt} = 620 \text{ Mpa} = 90\text{ksi}$ y para $\phi=1.50$, $F_{nt} = 620 \text{ Mpa} = 90\text{ksi}$.
- Finalmente se concluye que se calculó el valor de tensión de corte nominal según las especificaciones LRFD Y ASD, el cual garantizo una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones, siendo estos los siguientes valores: para $\phi=1.00$, $F_{nv} = 469 \text{ Mpa} = 68\text{ksi}$ y para $\phi=1.50$, $F_{nv} = 469 \text{ Mpa} = 68\text{ksi}$.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACION GENERAL

- Para determinar los óptimos valores en conexiones empernadas en estructuras de acero, se recomienda según el AISC, que la resistencia de las conexiones sea siempre mayor que la resistencia de la viga conectada. Y que los ensayos realizados, se modelen de placa extremo extendida, ya que son más analizadas para el uso en zona sísmica.

RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS

- Para el cálculo del valor de tensión de tracción nominal según las especificaciones LRFD Y ASD, se recomienda, calibrar el modelo con ensayos experimentales que además permitan conocer el comportamiento de estructuras en tres dimensiones, la influencia de la losa en el comportamiento histerético de la conexión y la longitud efectiva de las columnas, garantizando una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones.
- Finalmente para el cálculo del valor de tensión de corte nominal según las especificaciones LRFD Y ASD, se recomienda, calibrar el modelo con ensayos experimentales que además permitan conocer el comportamiento de estructuras en tres dimensiones, la influencia de la losa en el comportamiento histerético de la conexión y la longitud efectiva de las columnas, garantizando una óptima conexión empernada en estructuras de acero para edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]** CASTAÑEDA, J. (2014). Estudio de las conexiones empernadas para el análisis de pórticos utilizando el power model 3D. (Tesis de Pre Grado). Universidad de Piura. Perú.

- [2]** QUIROZ, E. (2011). Comportamiento de conexiones empernadas sometidas a cargas cíclicas y periódicas. (Tesis de Pos Grado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.


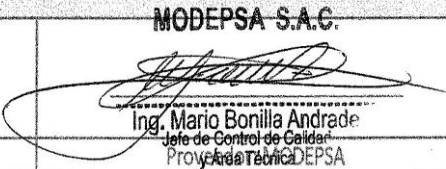
- [3]** ARAUJO, G. (2009). Diseño de conexiones apernadas en estructuras de acero bajo la Norma Covenin 1618-98 y el Staad.Pro Design. (Tesis de Pre Grado). Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela.

- [4]** VALENCIA, G. (2006). Estructuras de acero. Introducción al diseño. Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

- [5]** ROBLES, A. (2005). Modelación y montaje de un sistema estructural de bajo peso sometido a cargas sísmicas para la construcción de viviendas. (Tesis de Pre Grado). Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

ANEXOS

TABLA DE TOQUE RECOMENDADO

	TEATRO - CENTRO COMERCIAL PLAZA LIMA NORTE				FECHA:
					27/07/2015
	TORQUE RECOMENDADO				REGISTRO:
				1	
DESCRIPCION	CALIDAD	DIAMETRO Ø	REVESTIMIENTO	PROVEEDOR	TORQUE
PERNO HEX.	SAE J429 Grado 2	1/2"	GALVANIZADO	MODEPSA	51 LB X PIE
PERNO HEX. PESADO	ASTM A325 Tipo 1	1/2"	GALVANIZADO	MODEPSA	77 LB X PIE
PERNO HEX. PESADO	ASTM A325 Tipo 1	5/8"	GALVANIZADO	MODEPSA	158 LB X PIE
PERNO HEX. PESADO	ASTM A325 Tipo 1	7/8"	GALVANIZADO	MODEPSA	405 LB X PIE
PERNO HEX. PESADO	ASTM A325 Tipo 1	3/4"	GALVANIZADO	MODEPSA	270 LB X PIE
PERNO HEX. PESADO	ASTM A325 Tipo 1	1"	GALVANIZADO	MODEPSA	612 LB X PIE
PERNO HEX. PESADO	ASTM A325 Tipo 1	1 1/8"	GALVANIZADO	MODEPSA	797 LB X PIE
PERNO HEX. PESADO	ASTM A325 Tipo 1	1 1/4"	GALVANIZADO	MODEPSA	1130 LB X PIE
APROBACION: <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>METAL PAZ ESTRUCTURAS E.I.R.L. JESUS PAZ CHUMAN GERENTE GENERAL</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>MODEPSA S.A.C. Ing. Mario Bonilla Andrade Jefe de Control de Calidad Proveedora Técnica DEPSA</p> </div> </div>					

CERTIFICADO DE CALIDAD PERNO A325

		MODEPSA S.A.C.		Calle Delta 185 Urb. Parque Internacional De la Industria y Comercio CENTRAL: 203-8000 Fax: 203-8011 Web: www.modepsa.com		Nº 062477		
CERTIFICADO DE CALIDAD								
EMPRESA: METAL PAZ ESTRUCTURAS E.I.R.L. DIRECCION: AV. REPUBLICA DE POLONIA NRO. 665 URB. SAN RAFAEL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO								
No. DE ORDEN DE COMPRA: SIN No. DE ORDEN DE PRODUCCION: 210113264 DESCRIPCION: PERNO HEX. PESADO ASTM A325 Tipo 1 ACABADO: NEGRO TIPO DE MATERIAL: SAE 1045 TORQUE RECOMENDADO: 1130 LB X PIE		MEDIDA: 1 1/4" x 4 3/4" No. DE LOTE: 300478370-15 CANTIDAD DE LOTE: 66 Pzas No. COLADA: 261927 FECHA DE EMISION: 25/07/2015						
INSPECCION DEL ITEM	UND.	METODO DE PRUEBA	NORMA		RESULTADOS		REALIZADO POR	APROB.
VISUAL		ASTM F788 / F788M - 08			OK		J. AZCARATE	OK
ALTURA CABEZA	(MM)	ASME B18.2.6 - 11	20.65	19.02	20.5	20.4	J. AZCARATE	OK
LONGITUD	(MM)	ASME B18.2.6 - 11	120.7	114.3	120.7	120	J. AZCARATE	OK
ENTRE CARAS	(MM)	ASME B18.2.6 - 11	50.8	49.2	50.4	50.2	J. AZCARATE	OK
LONGITUD ROSCA	(MM)	ASME B18.2.6 - 11	60.5	50.8	58	56	J. AZCARATE	OK
ACEPTABILIDAD DE LA ROSCA	(MM)	ASME B1.1 UNC 2A - 08	GO	29.34	OK		J. AZCARATE	OK
			NOGO	29.15	OK		J. AZCARATE	OK
RESISTENCIA A LA TRACCION (Min)	(PSI)	ASTM A325 Tipo 1	105000		115500	110000	J. AZCARATE	OK
DUREZA	(HRC)	ASTM A325 Tipo 1	30	19	25	22	J. AZCARATE	OK
METODOS DE PRUEBA 1.- RESISTENCIA A LA TRACCION SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M 2.- DUREZAS SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M								
OBSERVACIONES: 1.- El presente informe no deberá ser reproducido ni copiado sin autorización legal de nuestro laboratorio 2.- Esta Certificación deriva sólo y únicamente de la muestra ensayada 3.- Las muestras están preparadas conforme a Normas y Manual de FASTENER STANDARDS								
		DIRECTOR DE LABORATORIO:		Ing. Mario Bonilla Andrade		 <p>MODEPSA S.A.C. Ing. Mario Bonilla Andrade Jefe de Control de Calidad y Area Técnica</p>		

CERTIFICADO DE CALIDAD TUERCA A325

MODEPSA <small>FABRICA DE ELEMENTOS DE SUJECION</small>	MODEPSA S.A.C.	Calle Delta 185 Urb. Parque Internacional De la Industria y Comercio CENTRAL: 203-8000 Fax: 203-8011 Web: www.modepsa.com	Nº 062478
---	-----------------------	---	------------------

CERTIFICADO DE CALIDAD

EMPRESA:	METAL PAZ ESTRUCTURAS E.I.R.L.		
DIRECCION	AV. REPUBLICA DE POLONIA NRO. 665 URB. SAN RAFAEL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO		

No. DE ORDEN DE COMPRA	S/N	MEDIDA:	1 1/4"
No. DE ORDEN DE PRODUCCION	210113265	No. DE LOTE:	300478371-15
DESCRIPCION	TUERCA HEX.PES. ASTM A194 Grado 2H	CANTIDAD DE LOTE:	66 Pzas
ACABADO	NEGRO	No. COLADA	261994
TIPO DE MATERIAL	SAE 1045	FECHA DE EMISION:	25/07/2015
TORQUE RECOMENDADO	1130 LIB X PIE		

INSPECCION DEL ITEM	UNID.	METODO DE PRUEBA	NORMA		RESULTADOS		REALIZADO POR	APROB.
VISUAL		ASTM F812 / F812M - 07			OK		J. AZCARATE	OK
ALTURA	(MM)	ASME B18.2.2 - 10	31.78	30.15	31.5	31.4	J. AZCARATE	OK
ENTRE CARAS	(MM)	ASME B18.2.2 - 10	50.8	49.2	49.8	49.7	J. AZCARATE	OK
ACEPTABILIDAD DE LA ROSCA	(MM)	ASME B1.1 UNC 2B - 06	GO	29.64	OK		J. AZCARATE	OK
			NOGO	29.39	OK		J. AZCARATE	OK
DUREZA	(HRC)	ASTM A194 Grado 2H	35	24	32	28	J. AZCARATE	OK

METODOS DE PRUEBA

1.- RESISTENCIA A LA TRACCION SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M

2.- DUREZAS SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M

OBSERVACIONES:

1.- El presente informe no deberá ser reproducido ni copiado sin autorización legal de nuestro laboratorio

2.- Esta Certificación deriva sólo y únicamente de la muestra ensayada

3.- Las muestras están preparadas conforme a Normas y Manual de FASTENER STANDARDS

DIRECTOR DE LABORATORIO

Ing. Mario Bonilla Andrade

MODEPSA S.A.C.

 Ing. Mario Bonilla Andrade
Jefe de Control de Calidad y Área Técnica

CERTIFICADO DE CALIDAD ARANDELA A325

MODEPSA <small>FABRICA DE ELEMENTOS DE SUJECION</small>	MODEPSA S.A.C.	Calle Delta 185 Urb. Parque Internacional De la Industria y Comercio CENTRAL: 203-8000 Fax: 203-8011 Web: www.modepsa.com	Nº 062479
---	-----------------------	---	------------------

CERTIFICADO DE CALIDAD

EMPRESA:	METAL PAZ ESTRUCTURAS E.I.R.L.		
DIRECCION	AV. REPUBLICA DE POLONIA NRO. 665 URB. SAN RAFAEL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO		

No. DE ORDEN DE COMPRA	S/N	MEDIDA:	1 1/4"
No. DE ORDEN DE PRODUCCION	210113266	No. DE LOTE:	300478372-15
DESCRIPCION	ARANDELA PLANA ASTM F436	CANTIDAD DE LOTE:	66 Pzas
ACABADO	NEGRO	No. COLADA	263997
TIPO DE MATERIAL	SAE 1045	FECHA DE EMISION:	25/07/2015

INSPECCION DEL ITEM	UNID.	METODO DE PRUEBA	NORMA		RESULTADOS		REALIZADO POR	APROB.
VISUAL		ASTM F436 - 2010			OK		J. AZCARATE	OK
DIAMETRO EXTERIOR	(MM)	ASTM F436 - 2010	65.1	61.9	63.6	63.4	J. AZCARATE	OK
DIAMETRO INTERIOR	(MM)	ASTM F436 - 2010	36.5	34.9	35.6	35.4	J. AZCARATE	OK
ESPESOR	(MM)	ASTM F436 - 2010	4.50	3.45	4.1	4.0	J. AZCARATE	OK
DUREZA	(HRC)	ASTM F436 - 2010	45	38	42	40	J. AZCARATE	OK

METODOS DE PRUEBA

1.- RESISTENCIA A LA TRACCION SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M

2.- DUREZAS SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M

OBSERVACIONES:

1.- El presente informe no deberá ser reproducido ni copiado sin autorización legal de nuestro laboratorio

2.- Esta Certificación deriva sólo y únicamente de la muestra ensayada

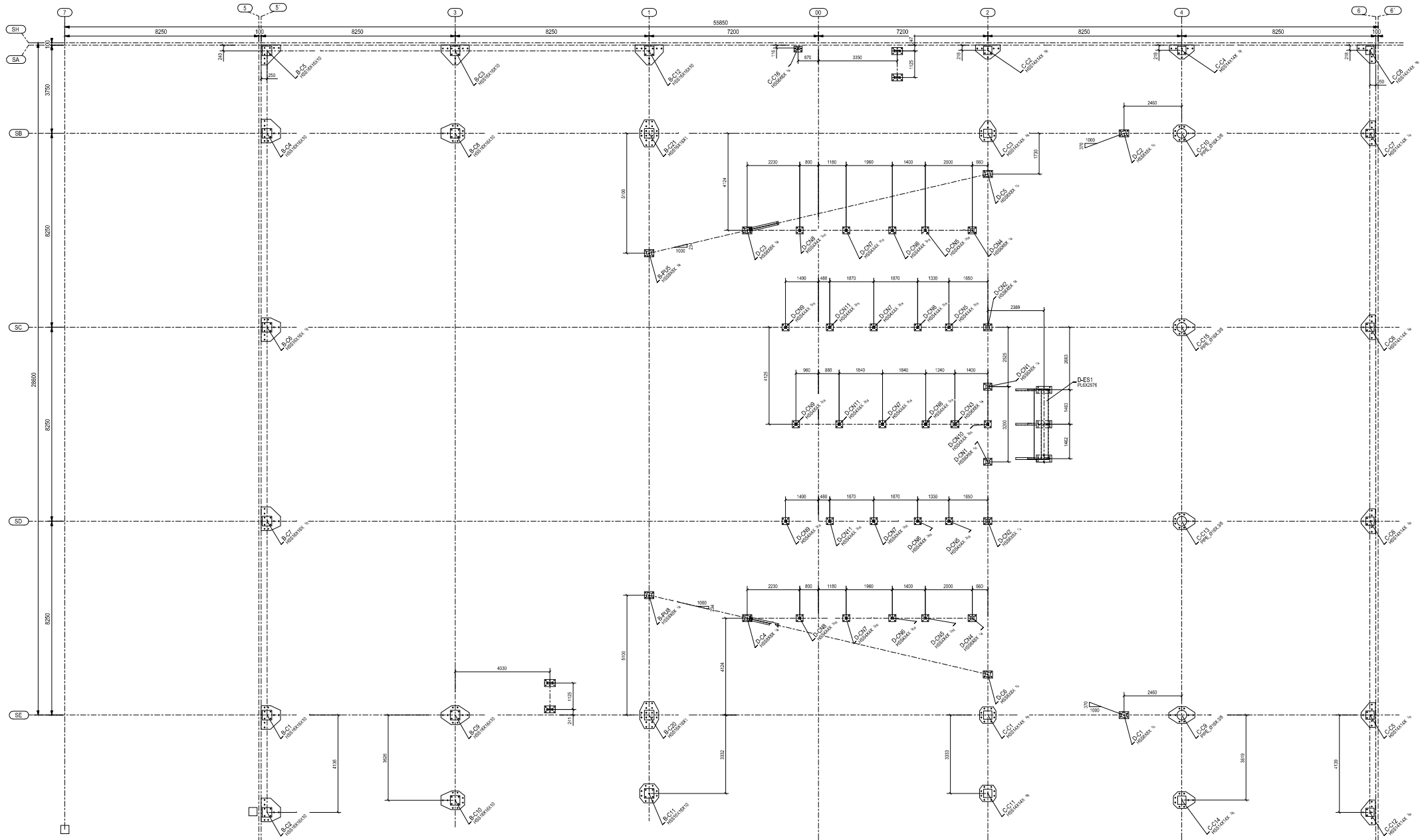
3.- Las muestras están preparadas conforme a Normas y Manual de FASTENER STANDARDS

DIRECTOR DE LABORATORIO

Ing. Mario Bonilla Andrade

MODEPSA S.A.C.

 Ing. Mario Bonilla Andrade
Jefe de Control de Calidad y Área Técnica



PLANTA NIV+12.00

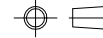
- 1- VER NOTAS GENERALES EN PLANO: PNT-CO-300000-04-RD-001_DWG
2- ACERO CALIDAD ASTM A36 (S.I.C.)
3- SOLDADURA FILETE MINIMO 6 mm (S.I.C.)
4- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
5- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION: PNT-CO-300000-04-TS-001_Rev.0
6- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA: PNT-CO-300000-04-CS-101_Rev.3



ESCALA: SE FORMATO: A1

CONTRATISTA	NOMBRE	FECHA
	PROYECTO	F.Q.P. 14.04.2014
	DIBUJO	F.Q.P. 14.04.2014
	REVISO	M.A.R. 14.04.2014
	TRASPASO	F.Q.P. 14.04.2014
APROBO	C.Z.T.	14.04.2014

PROYECCION



METAL PAZ - ESTRUCTURAS
TEATRO - CC PLAZA NORTE
PLANTA - PLACAS BASE

PROYECTO NO.: PROY 5948

Nº PLANO: B-M001

REV.

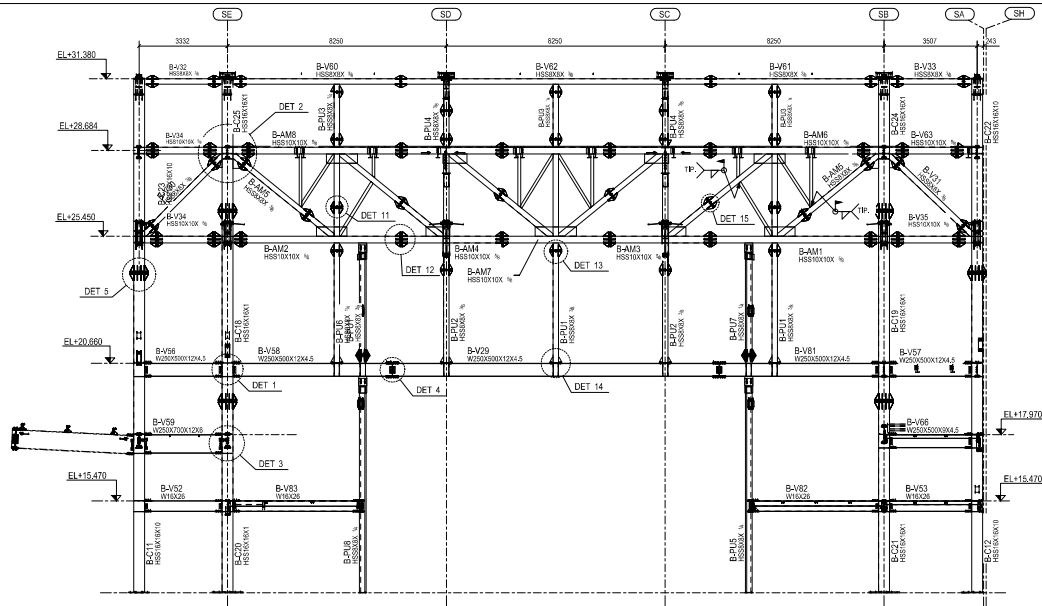
2

PLANO REFERENCIA MONTAJE

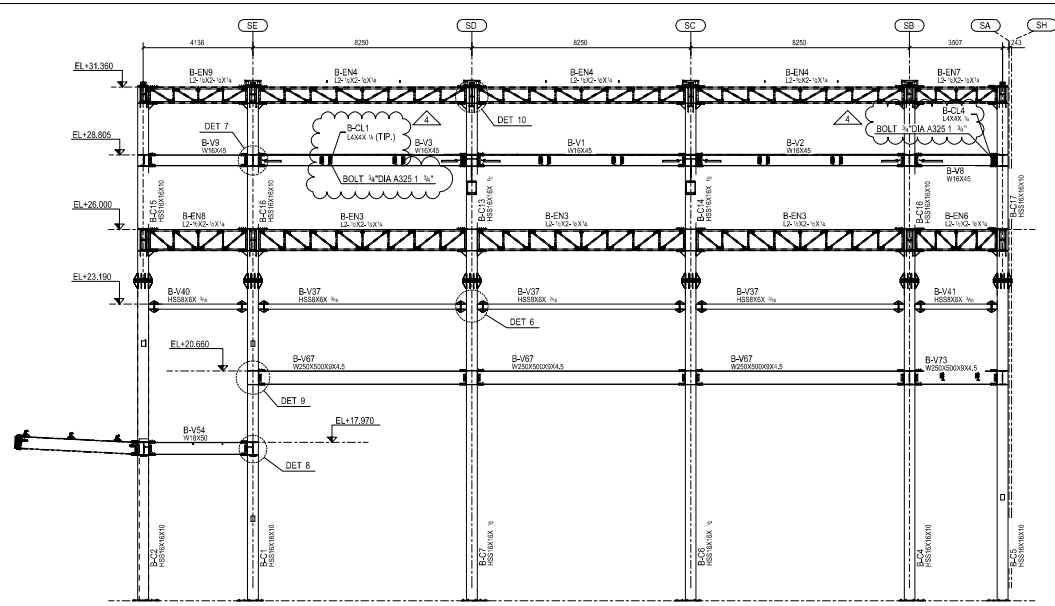
PLANO REFERENCIA DISEÑO

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APRUBO
2	17-07-2015	SE ACTUALIZAN VARIOS	J.G.L.	M.A.R.	W.A.R.
1	10-07-2015	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	F.Q.P.	M.A.R.	W.A.R.
0	18-06-2015	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	F.Q.P.	M.A.R.	W.A.R.
A	18-06-2015	EMITIDO PARA REVISION	F.Q.P.	M.A.R.	W.A.R.

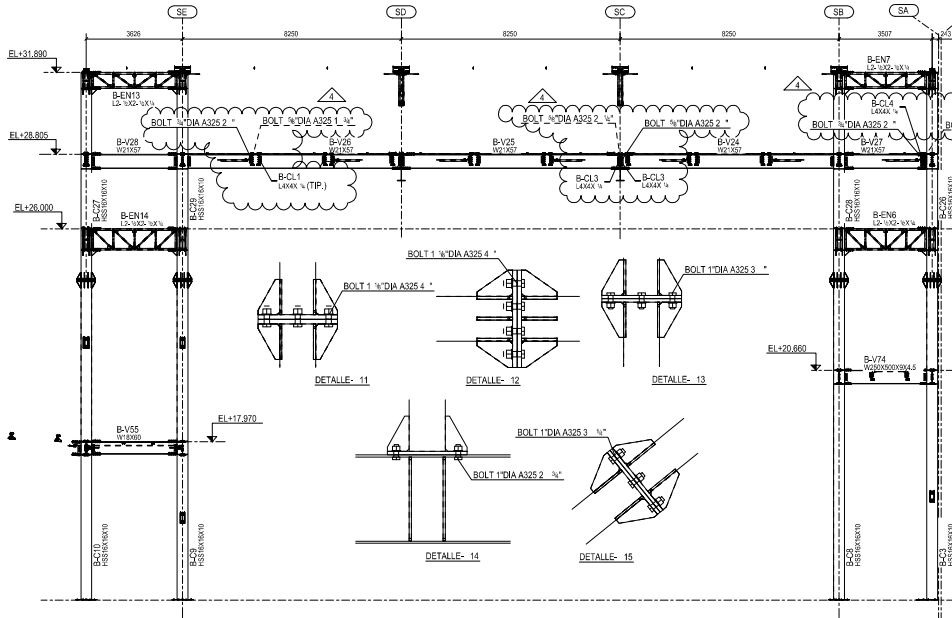
NOTAS DE FABRICACION



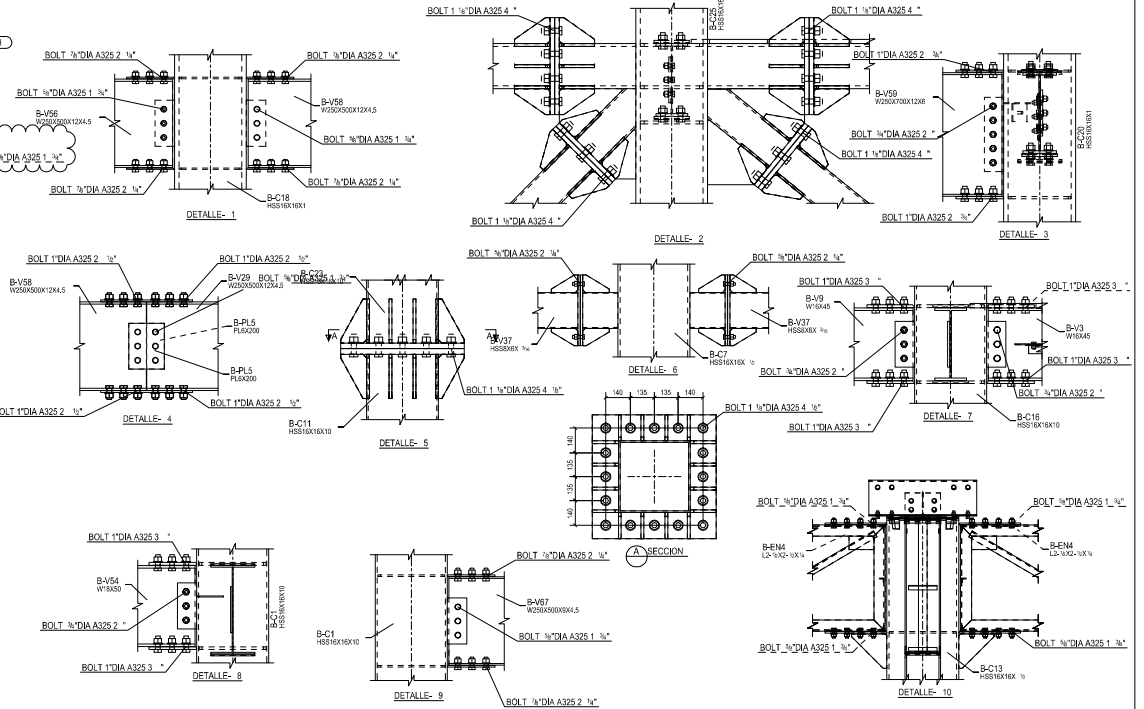
ELEVACION 1
ESC.: 1:100



ELEVACION 5'
ESC.: 1:100



ELEVACION 3
ESC.: 1:100

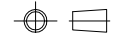


- 1- VER NOTAS GENERALES EN PLANO: PNT-CO-300000-04-RD-001_DWG
 2- ACERO CALIDAD ASTM A36 (S.I.C.)
 3- SOLDADURA FILETE MINIMO 6 mm (S.I.C.)
 4- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
 5- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION: PNT-CO-300000-04-TS-001_Rev.0
 6- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA: PNT-CO-300000-04-CS-101_Rev.3

METAL PAZ
ESTRUCTURAS E.I.R.L.

PROYECTO	NOMBRE	FECHA
DIBUJO	F.O.P.	14.04.2014
REVISO	M.A.R.	14.04.2014
TRASPASO	F.O.P.	14.04.2014
APROBO	C.Z.T.	14.04.2014

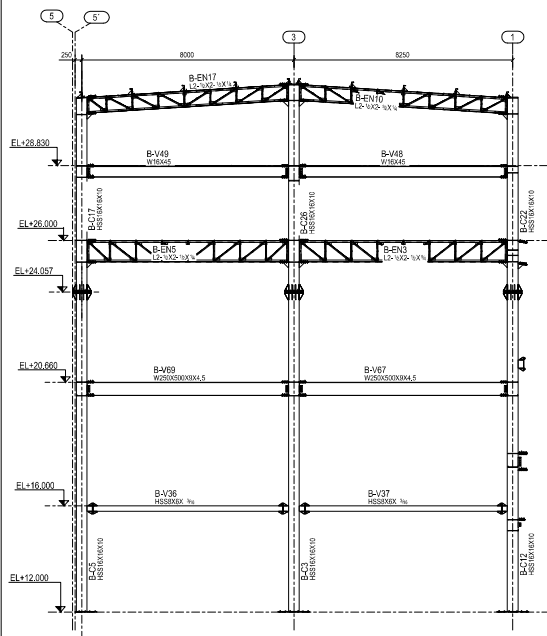
PROYECCION



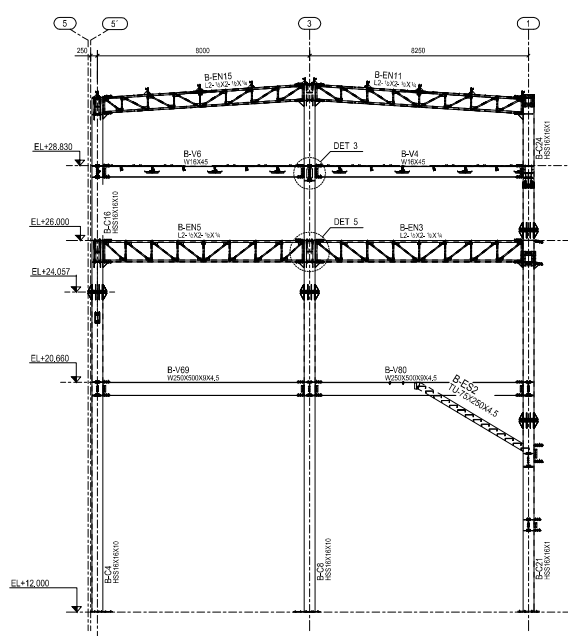
METAL PAZ - ESTRUCTURAS
 TEATRO - CC PLAZA NORTE
 ELEVACIONES EN EJES 1, 3 Y 5'

PROYECTO NO.: PROY 5948

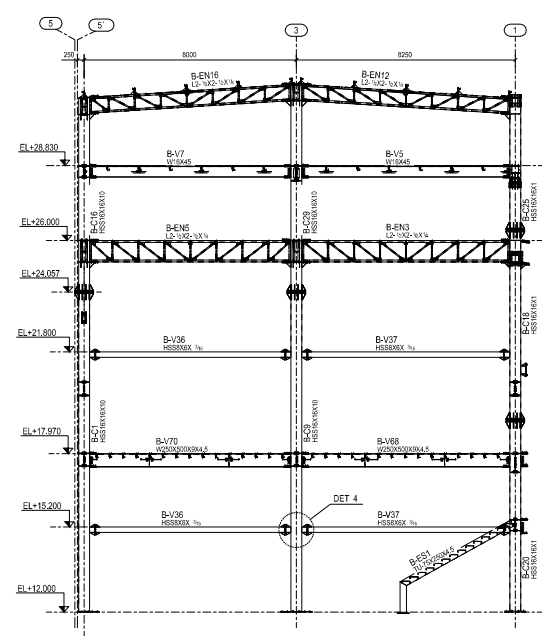
Nº PLANO: B-M002



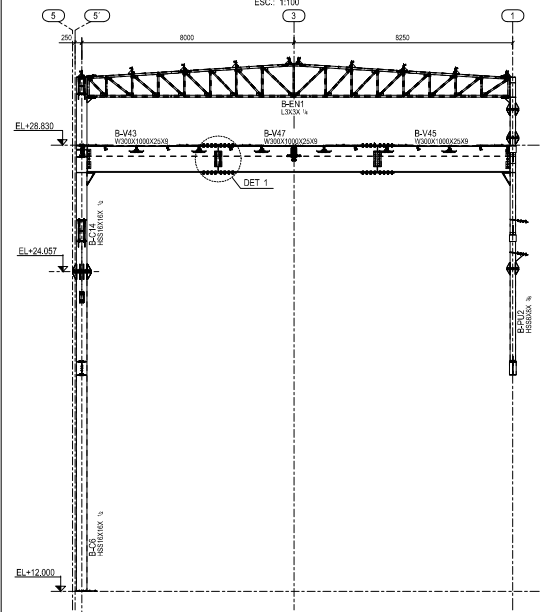
ELEVACION SA
ESC.: 1:100



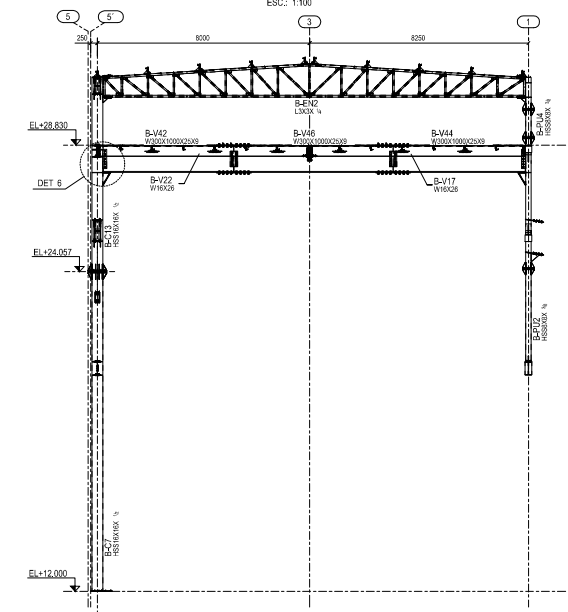
ELEVACION SB
ESC.: 1:100



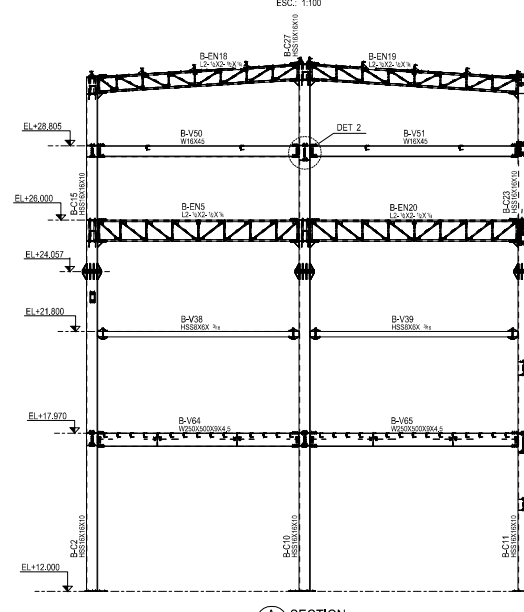
ELEVACION SE
ESC.: 1:100



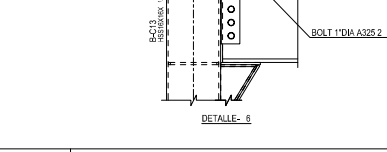
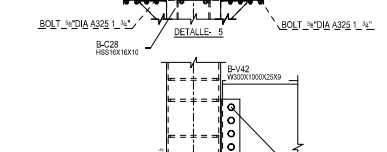
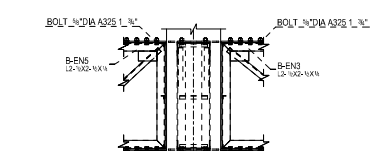
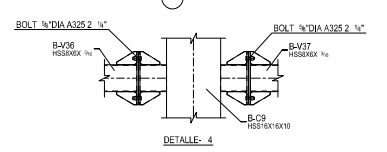
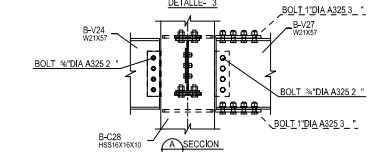
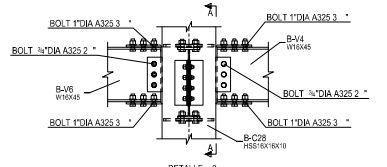
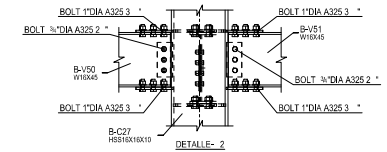
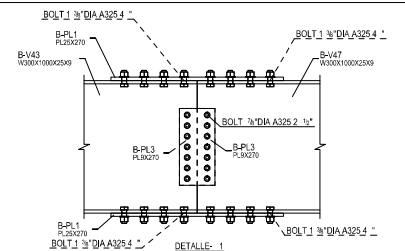
ELEVACION SC
ESC.: 1:100



ELEVACION SD
ESC.: 1:100



A SECTION
B-M004 ESC.: 1:100



- 1- VER NOTAS GENERALES EN PLANO: PNT-CO-300000-04-RD-001_DWG
 2- ACERO CALIDAD ASTM A36 (S.I.C.)
 3- SOLDADURA FILETE MINIMO 6 mm (S.I.C.)
 4- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
 5- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION: PNT-CO-300000-04-TS-001_Rev.0
 6- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA: PNT-CO-300000-04-CS-101_Rev.3



PROYECTO	NOMBRE	FECHA
DIBUJO	F.O.P.	14.04.2014
REVISO	M.A.R.	14.04.2014
TRASPASO	F.O.P.	14.04.2014
APROBO	C.Z.T.	14.04.2014



METAL PAZ - ESTRUCTURAS
 TEATRO - CC PLAZA NORTE
 ELEVACIONES EN EYES SA, SB, SC, SD Y SD

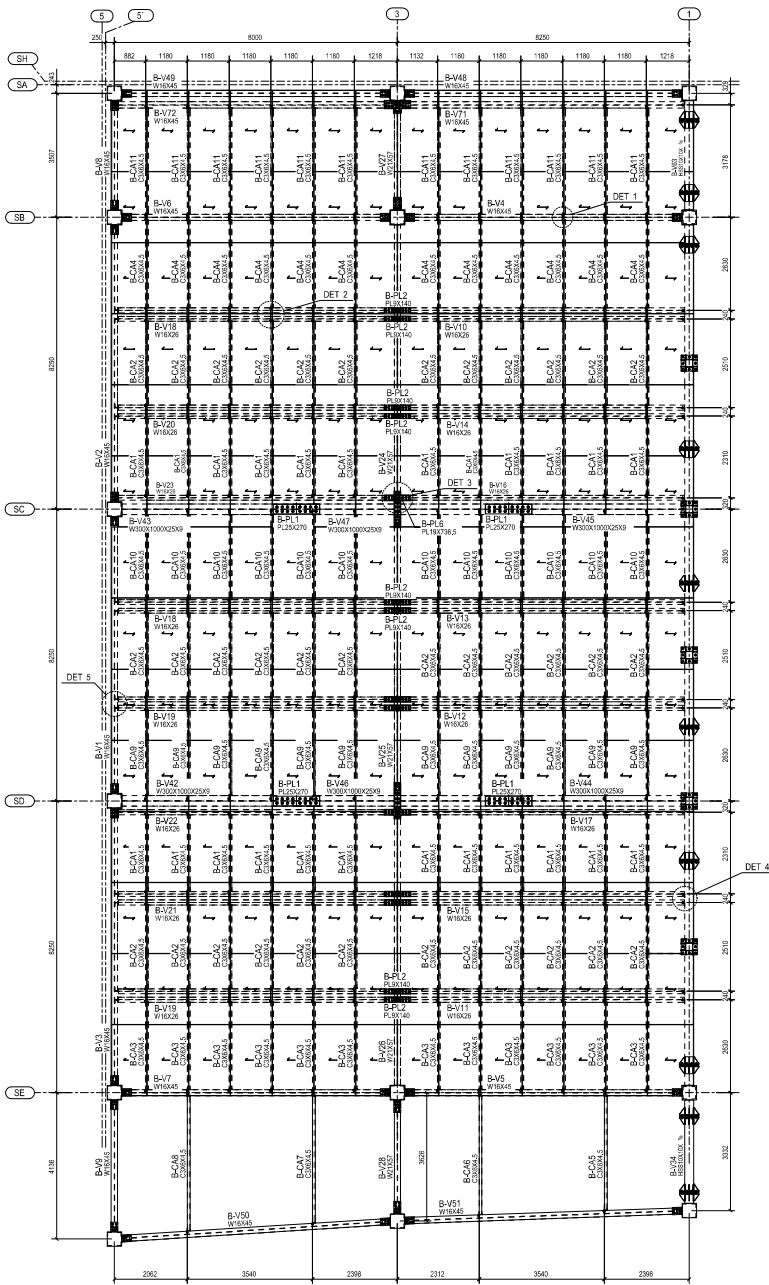
PROYECTO NO.: PROY 5948
 N° PLANO: B-M003

REV. 1

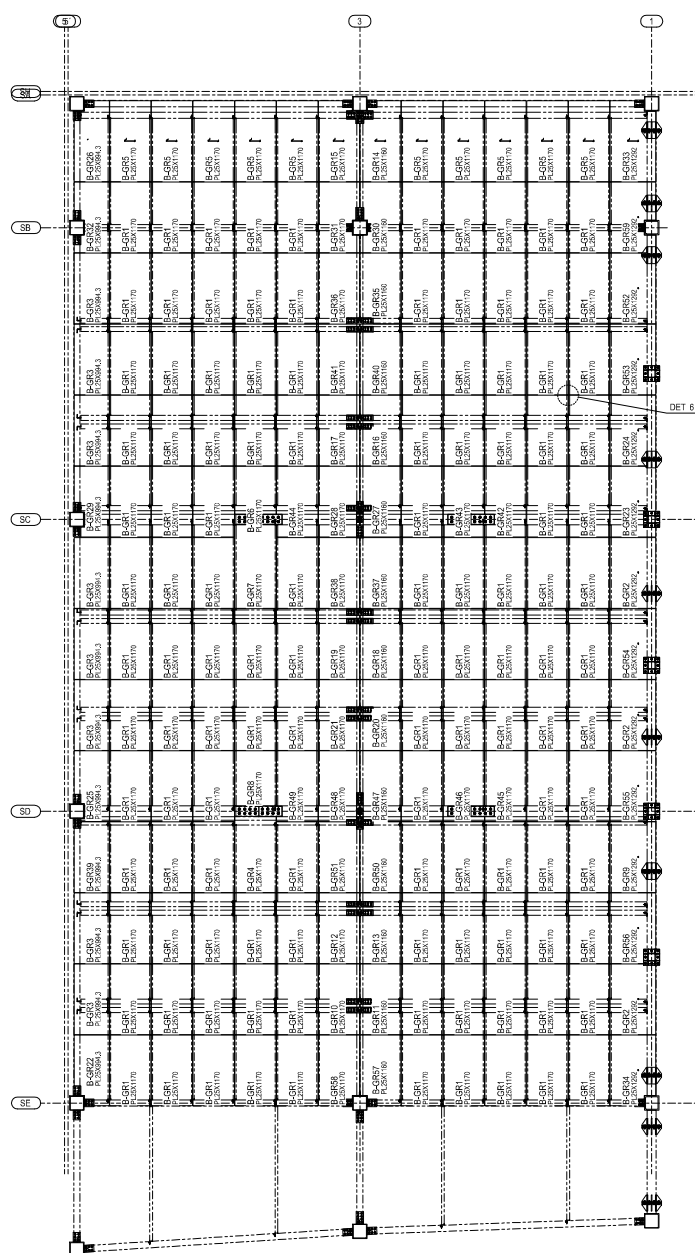
REVISOR: CARLOS ALBERTO RIVERA
 DISEÑADOR: CARLOS ALBERTO RIVERA
 PROYECTO: TEATRO - CC PLAZA NORTE

PLANO	REFERENCIA	FECHA	DESCRIPCION	DI.	REV.	APR.
1	23-07-2015	SE MODIFICA ESPESOR DE COLUMNAS	J.G.L.	M.A.R.	W.A.R.	
0	16-06-2015	ENTRADO PARA CONSTRUCCION	F.O.P.	M.A.R.	W.A.R.	
A	18-06-2015	ENTRADO PARA REVISION	F.O.P.	M.A.R.	W.A.R.	
REV.						APR.

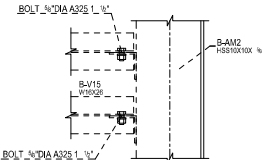
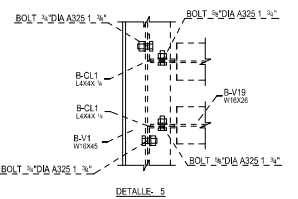
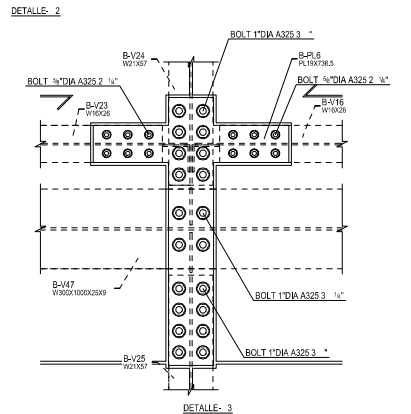
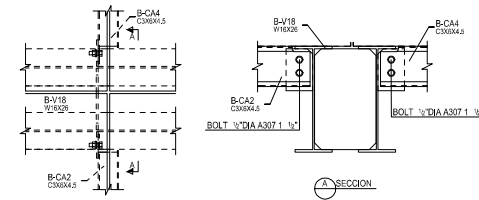
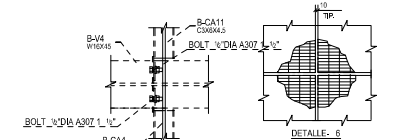
NOTAS DE FABRICACION



PLANTA NIV+28.83
ESC.: 1/75



PLANTA NIV+28.805
ESC.: 1/75



DETALLE 4

PLANO REFERENCIA MONTAJE

PLANO REFERENCIA DISEÑO

REV.	FECHA	DESCRIPCION	F.O.P.	M.A.R.	W.A.R.
0	18-06-2015	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	F.O.P.	M.A.R.	W.A.R.
A	18-06-2015	EMITIDO PARA REVISION	F.O.P.	M.A.R.	W.A.R.

- 1.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO: PNT-CO-300000-04-RD-001_DWG
 2.- ACERO CALIDAD ASTM A36 (S.I.)
 3.- SOLDADURA FILETE MINIMO 6 mm (S.I.)
 4.- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
 5.- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION: PNT-CO-300000-04-TS-001_Rev.0
 6.- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA: PNT-CO-300000-04-CS-101_Rev.3

NOTAS DE FABRICACION



ESCALA: SE FORMATO: A1

CONTRATISTA	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	F.O.P.	14.04.2014
DIBUJO	F.O.P.	14.04.2014
REVISO	M.A.R.	14.04.2014
TRASPASO	F.O.P.	14.04.2014
APROBADO	C.Z.T.	14.04.2014

PROYECCION

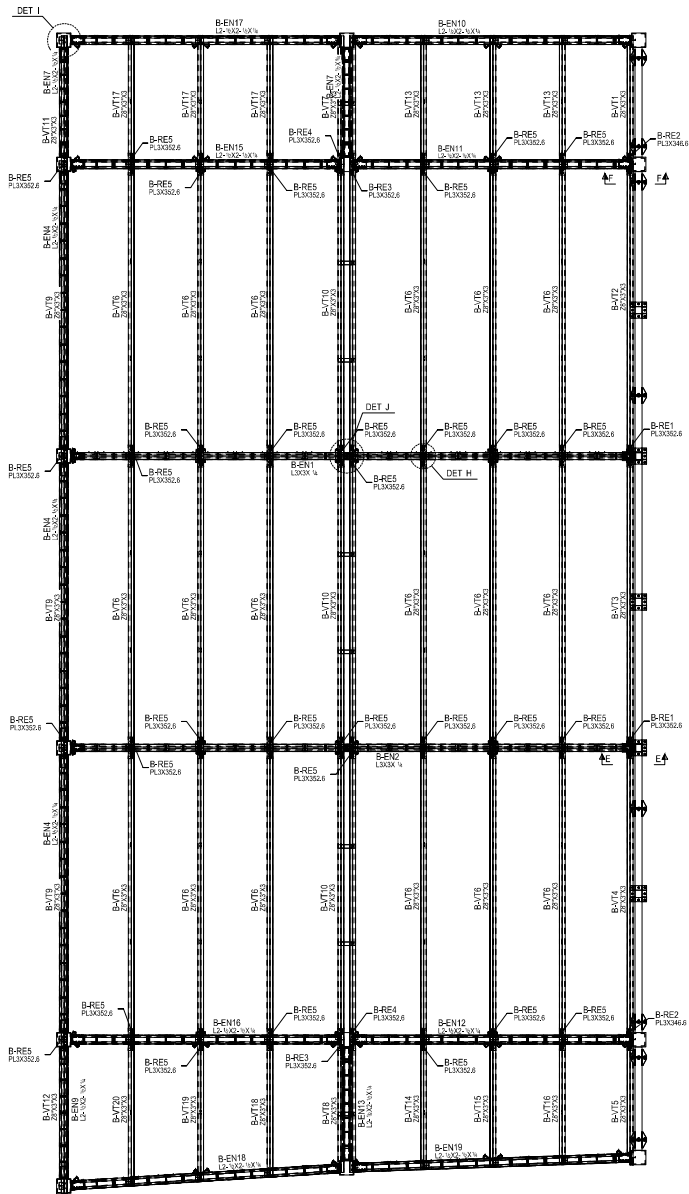
METAL PAZ - ESTRUCTURAS
 TEATRO - CC PLAZA NORTE
 PLANTA

PROYECTO NO.: PROY 5948

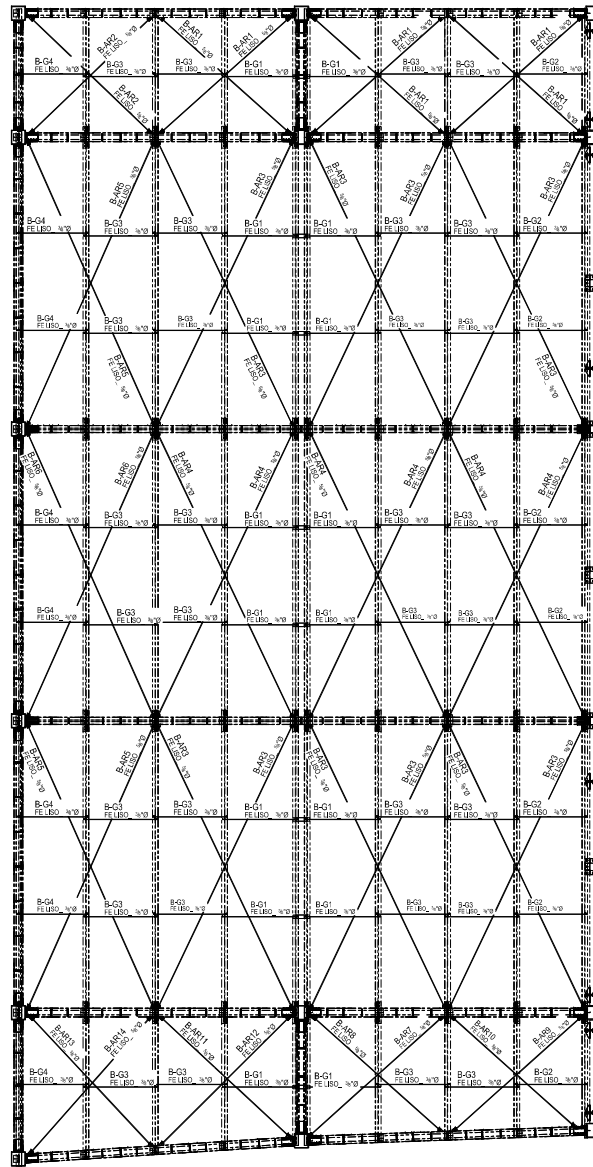
Nº PLANO: B-M005

REV.

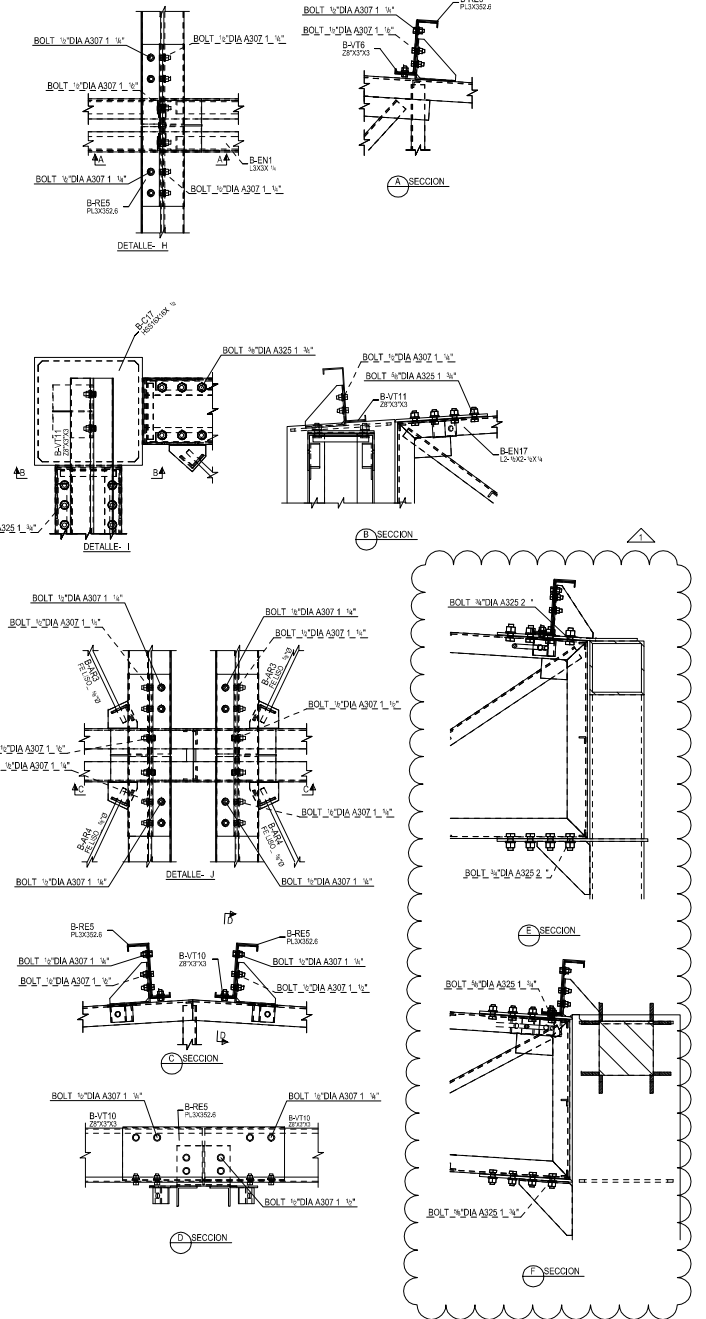
0



TECHO - ESTRUCTURA
ESC.: 1/75



TECHO - ARRIOSTRES
ESC.: 1/75



- 1- VER NOTAS GENERALES EN PLANO: PNT-CO-300000-04-RD-001_DWG
2- ACERO CALIDAD ASTM A36 (S.I.C.)
3- SOLDADURA FILETE MINIMO 6 mm (S.I.C.)
4- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
5- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION: PNT-CO-300000-04-TS-001_Rev.0
6- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA: PNT-CO-300000-04-CS-101_Rev.3



ESCALA: SE FORMATO: A1

PROYECTO	NOMBRE	FECHA
DIBUJO	F.Q.P.	14.04.2014
REVISO	M.A.R.	14.04.2014
TRASPASO	F.Q.P.	14.04.2014
APPROBADO	C.Z.T.	14.04.2014



METAL PAZ - ESTRUCTURAS
TEATRO - CC PLAZA NORTE
TECHO - ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS

PROYECTO NO.: PROY 5948

Nº PLANO: B-M006

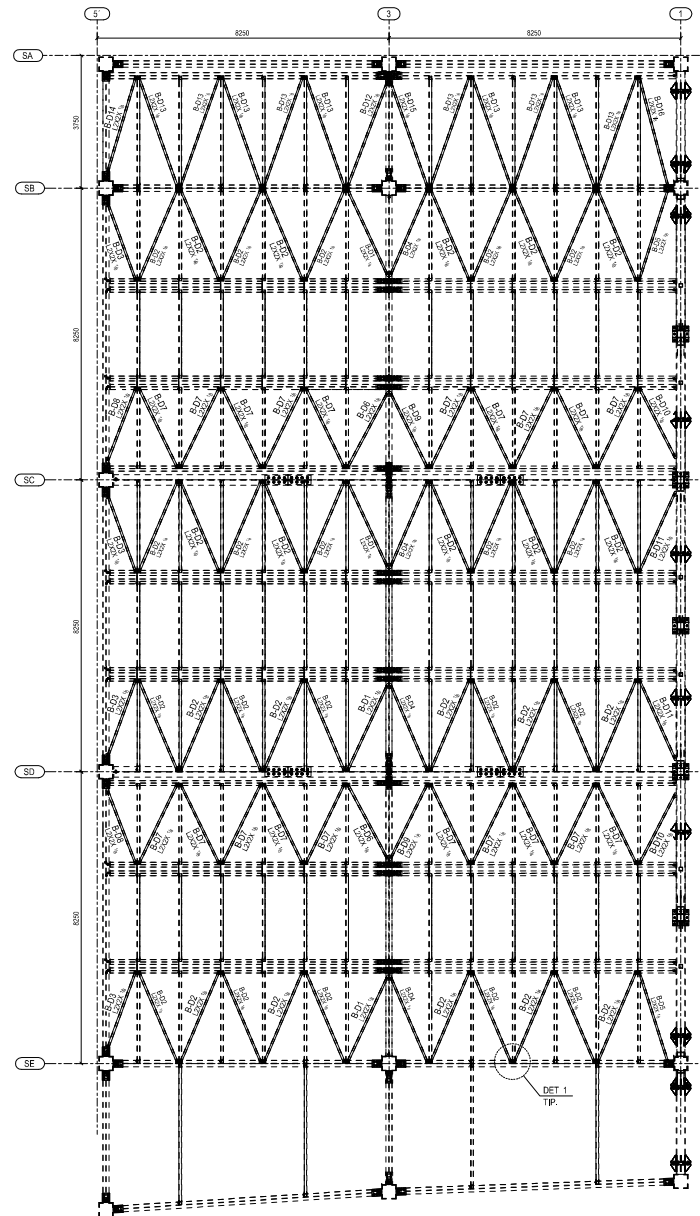


REVISOR: CARLOS RIVERA
DISEÑADOR: CARLOS RIVERA
PROYECTISTA: CARLOS RIVERA
APROBADO: CARLOS RIVERA

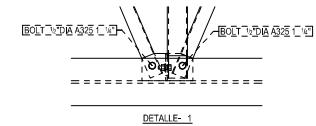
PLANO REFERENCIA MONTAJE	REV.	FECHA	DESCRIPCION	J.G.L.	M.A.R.	W.A.R.
	1	08-08-2015	SE AUMENTAN DETALLES			
	0	18-06-2015	ENTRADO PARA CONSTRUCCION	F.Q.P.	M.A.R.	W.A.R.
	A	18-06-2015	ENTRADO PARA REVISION	F.Q.P.	M.A.R.	W.A.R.
PLANO REFERENCIA DISEÑO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DI.	REV.	APR080

NOTAS DE FABRICACION





PLANTA NIV+28.805
ESC.: 1/75



- 1.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO: PNT-CO-300000-04-RD-001_DWG
2.- ACERO CALIDAD ASTM A36 (S.I.C.)
3.- SOLDADURA FILETE MINIMO 6 mm (S.I.C.)
4.- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
5.- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION: PNT-CO-300000-04-TS-001_Rev.0
6.- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA: PNT-CO-300000-04-CS-101_Rev.3

METAL PAZ
ESTRUCTURAS E.I.R.L.

ESCALA: SE FORMATO: A1

	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	-	-
DIBUJO	F.Q.P.	14.04.2014
REVISO	M.A.R.	14.04.2014
TRASPASO	F.Q.P.	14.04.2014
APROBO	C.Z.T.	14.04.2014

PROYECCION



METAL PAZ - ESTRUCTURAS
TEATRO - CC PLAZA NORTE
PLANTA

PROYECTO NO.: PROY 5948

Nº PLANO: B-M009

REV.



PLANO REFERENCIA MONTAJE

PLANO REFERENCIA DISEÑO

REV.	FECHA	EMITIDO PARA FABRICACION	J.G.L.	M.A.R.	W.A.R.
0	12-08-2015				
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APROBO

NOTAS DE FABRICACION